

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

Коммерсантъ

Наука

№2 апрель 2017

Противоядие,
действующее
на клеточном
уровне | 16

Внезапная
сердечная смерть
генетически
обусловлена | 18

Поговорить
с телефоном
по-человечески | 29

Лазер
как инструмент
выращивания
деталей | 32

Архитектурный
облик
Санкт-Петербурга
изменился
150 лет назад | 38

Провал,
обнаживший
доисторическую
жизнь | 4



Министерство
образования и науки
Российской Федерации

апрель 2017

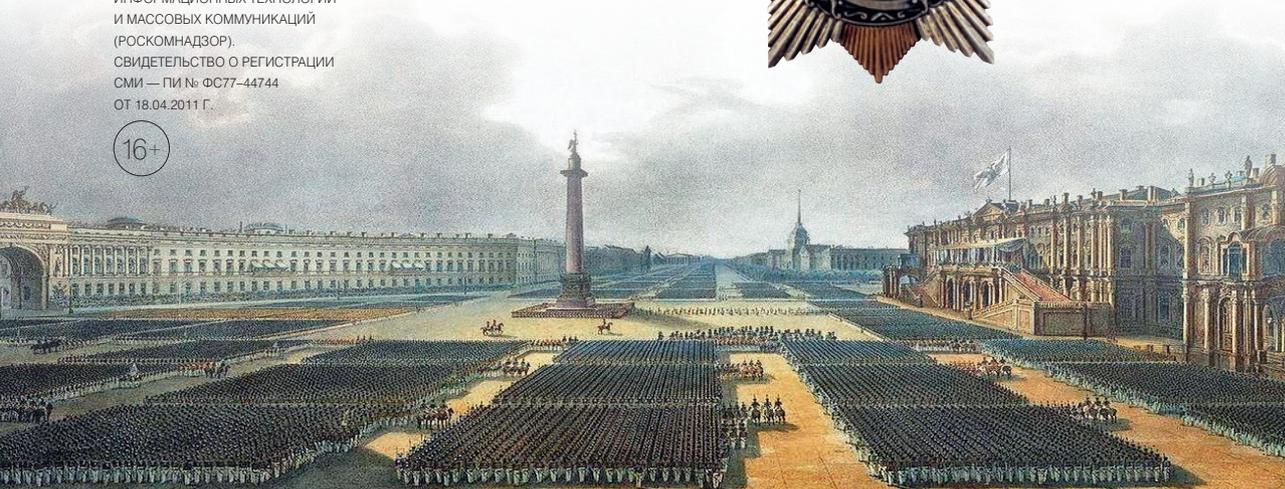
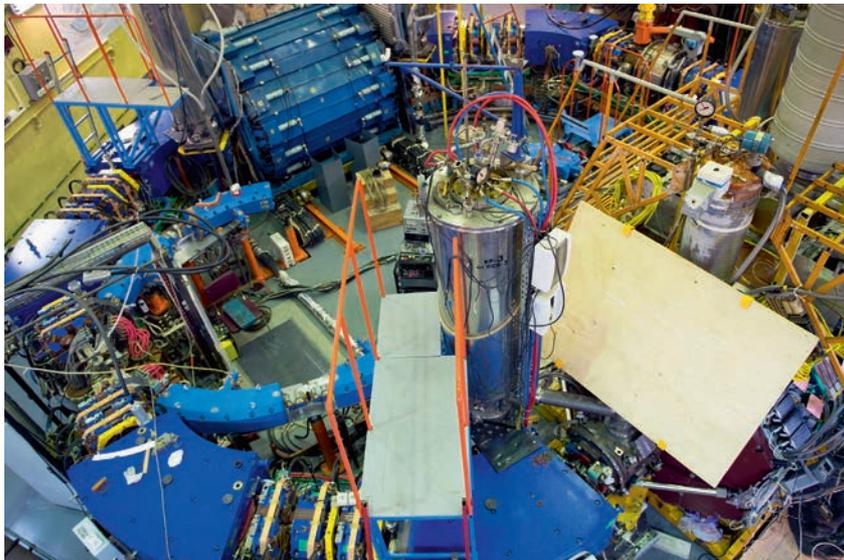
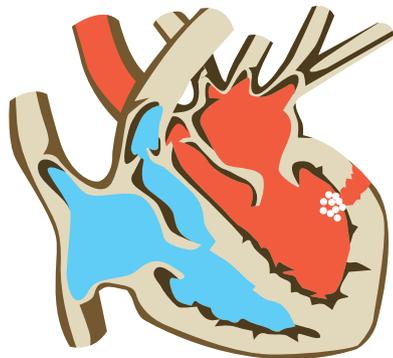
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
АО «КОММЕРСАНТЪ»
ВЛАДИМИР ЖЕЛОНКИН
ШЕФ-РЕДАКТОР
АО «КОММЕРСАНТЪ»
СЕРГЕЙ ЯКОВЛЕВ
АРТ-ДИРЕКТОР ИД
АНАТОЛИЙ ГУСЕВ
РУКОВОДИТЕЛЬ СЛУЖБЫ
«ИЗДАТЕЛЬСКИЙ СИНДИКАТ»
ВЛАДИМИР ЛАВИЦКИЙ
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
СЕРГЕЙ ПЕТУХОВ, К.Б.Н.
ГЛАВНЫЙ ХУДОЖНИК
ГАЛИНА ДИЦМАН
ЖУРНАЛИСТЫ-ЭКСПЕРТЫ
МАРИЯ БУРАС,
ЯНИНА МИРОНЦЕВА,
АНДРЕЙ МИХЕЕНКОВ, Д.Ф.-М.Н.,
НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР
РЕДАКТОРЫ
АЛЕКСЕЙ КИСЕЛЕВ,
АЛЕКСАНДР СВИРИДОВ
ФОТОРЕДАКТОРЫ
ВИКТОР КУЛИКОВ,
НАТАЛИЯ КОНОВАЛОВА
ГРАФИКА
ВЛАДИМИР БЕЛОВ,
ВЕРА ЖЕГАЛИНА,
ЛЕОНИД ФИРСОВ
КОРРЕКТОР
НАТАЛИЯ ДЗЕРГАЧ
ВЕРСТКА
ЕЛЕНА БОГОПОЛЬСКАЯ,
ТАТЬЯНА ЕРЕМЕЕВА,
КОНСТАНТИН ШЕХОВЦЕВ,
ДМИТРИЙ ШНЫРЕВ
ФОТО НА ОБЛОЖКЕ
ВИКТОР КУНИЦКИЙ

ОТПЕЧАТАНО В ФИНЛЯНДИИ.
ТИПОГРАФИЯ PUNAMUSTA, KOSTI
AALTOSEN TIE 9, 80141 JOENSUU,
FINLAND. ТИРАЖ 16 000 ЭКЗ.
РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ БЕСПЛАТНО.

УЧРЕДИТЕЛЬ —
АО «КОММЕРСАНТЪ».
АДРЕС: 127055, МОСКВА,
ТИХВИНСКИЙ ПЕР., Д. 11, СТР. 2
АДРЕС РЕДАКЦИИ: 121609,
МОСКВА, РУБЛЕВСКОЕ Ш., Д. 28
ТЕЛ. (495) 926-3301

ЖУРНАЛ «КОММЕРСАНТЪ НАУКА»
ЗАРЕГИСТРИРОВАН
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБОЙ ПО
НАДЗОРУ В СФЕРЕ СВЯЗИ,
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ
(РОСКОМНАДЗОР).
СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ
СМИ — ПИ № ФС77-44744
ОТ 18.04.2011 Г.

16+



- 4** **НАУЧНОЕ ФОТО**
МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ
Глубочайшее чудо
Батагайский провал расползается со скоростью 15 м в год
Цветок из 32-тысячелетнего семени
Палеофлора может оказать влияние на современную биоту
- 8** **СОБЫТИЯ В НАУКЕ**
ЭПИДЕМИОЛОГИЯ
Пустить ВИЧ по пути туберкулеза
Как реализовать новую стратегию противодействия распространению ВИЧ-инфекции
- 11** **ЭКОНОМИКА**
Бедны ли «работающие бедные»
Повышение минимального размера оплаты труда вряд ли поможет работающим разбогатеть
- 12** **АРХЕОЛОГИЯ**
Россия имеет сейчас редкую возможность создать собственную научную школу на Святой земле
Раскопки в Иерихоне начались еще при царской власти, но только сейчас принесли настоящие открытия
- 16** **НАНОТОКСИКОЛОГИЯ**
Обмануть иммунную систему и не отравиться
Создан нанозимный нейтрализатор фосфорорганических ядов
- 18** **БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА**
КАРДИОЛОГИЯ
Здоровая клиническая смерть
Девять молекулярно-генетических маркеров ассоциированы с риском внезапной смерти
- 20** **ПРОСВЕТ В БОЛЬНОМ СЕРДЦЕ**
Лазерный прокол миокарда может заменить аорто-коронарное шунтирование
- 23** **ТРАНСПЛАНТОЛОГИЯ**
Спрячь заплатку для кишечника
На животных испытаны трансплантаты из белка тутового шелкопряда, заселенные стволовыми клетками
- 26** **ИССЛЕДОВАНИЯ И УНИВЕРСИТЕТСКАЯ НАУКА**
ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА
Новая физика может быть найдена только на новых коллайдерах
В России реализуются два исследовательских ядерных мегапроекта
- 29** **ПРОГРАММИРОВАНИЕ**
Поговорить с гаджетом по-человечески
В коммуникации с программами может быть использован естественный язык
- 30** **ХИМИЯ**
Идея российских ученых позволит удешевить важнейшее звено метановой газохимии
Беспламенное горение в производстве синтетической нефти
- 32** **ТЕХНОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ**
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
Лазерное выращивание металлических деталей — важнейшее направление аддитивных технологий
Части авиадвигателя рождаются в газопорошковой струе
- 34** **МИКРОЭЛЕКТРОНИКА**
Микросхемы должны быть устойчивы к сбоям от рождения
Ошибки и отказы в космосе можно предусмотреть заранее
- 38** **ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ**
АРХИТЕКТУРА
Утерянная прозрачность исторических открытых пространств Санкт-Петербурга
Одной совокупности зданий для целостности восприятия городской красоты недостаточно
- 41** **ИСТОРИЯ**
Неделимый Богдан
В Российской Империи середины XIX века гетман Хмельницкий оказался важным элементом формирования триединой «большой русской нации»
- 44** **АРХЕОЛОГИЯ**
Рукопожатие на Сокотре через миллионы лет
Род Ното создавал каменные инструменты три миллиона лет назад
- 46** **ИНТЕРВЬЮ**
ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА
«Слово „почет“ в отношении людей, занятых научной работой, выглядит несколько обывательски»
Академик Юрий Оганесян о признании науки в обществе, конкуренции, сотрудничестве и выборе научного пути

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ — ФОРПОСТ РОССИИ В АРКТИКЕ

Министр образования и науки РФ Ольга Васильева приняла участие в работе IV Международного арктического форума, основные мероприятия которого проходили на площадке Северного (Арктического) федерального университета (САФУ) в Архангельске. По словам министра, освоение Арктики сегодня — цель, по сложности сопоставимая с освоением космоса, и университеты в данном процессе должны играть значимую роль.

Ольга Васильева выступила на заседании Государственной комиссии по развитию Арктики. Эта комиссия координирует работу федеральных и региональных властей при решении социально-экономических задач в зоне высоких широт. Одной из важнейших тем заседания было развитие кадрового потенциала Арктики. Как отметила Ольга Васильева, Архангельская и Мурманская области, в каждой из которых находится Арктический университет, имеют наибольший научно-образовательный потенциал. «В силу этого именно они должны активно включаться в решение проблемы по кадровому обеспечению арктических моногородов», — отметила министр.

Ольга Васильева сообщила, что количество бюджетных мест в арктических вузах в 2017 году было увеличено в четыре раза, или на 5 тыс. с 2014 года, чтобы обеспечивать ценными кадрами предприятия, работающие в суровых арктических условиях. По ее словам, на инженерные специальности приходится 44% бюджетных мест, на образование и педагогические науки 19%, на здравоохранение и медицинские науки — 8%, что превышает аналогичные показатели по всем регионам России.

Вместе с тем, по данным, приведенным министром, около 20% выпускников арктических вузов покидают арктический регион и уезжают на работу в Москву, Санкт-Петербург и другие регионы РФ. «Например, 25% выпускников уехало в 2015 году из Архангельской области и работают в других субъектах РФ. И только 4% выпускников уехало в регионы, территории которых входят в арктическую зону. Из Мурманской области уехало 21% выпускников и меньше 1% из них — в регионы Арктики», — сказала Ольга Васильева. Министр отметила, что исправить ситуацию должна эффективная работа региональных властей.

«В настоящее время по инициативе губернатора в Мурманской области создается крупный многопрофильный региональный вуз на базе Мурманского арктического госуниверситета. Здесь будет решаться задача по обеспечению ценными кадрами горнодобывающей, туристической, транспортно-логистической и других отраслей, которые развиваются в арктической зоне», — рассказала Ольга Васильева. По ее словам, будущий объединенный университет будет реализовывать 184 образовательные программы, включая 53 программы среднего профессионального образования.

17 апреля в Минобрнауки России были подведены итоги второго конкурсного отбора программы развития опорных университетов, имеющих ключевое значение для промышленного и социально-экономического развития субъектов РФ. Среди победителей оказался и Мурманский арктический госуниверситет. Он вошел в число восьми вузов, которые получают федеральное финансирование программы развития.

Решению обозначенных министром проблем будет способствовать и расширение масштабов целевого обучения студентов в интересах работодателей. Необходимость развития целевого обучения министр обосновала на примере удачного опыта САФУ, где обучается 24% целевиков в интересах строительной отрасли и предприятий ОПК.

В своем выступлении Ольга Васильева также отметила, что Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова — это образовательный форпост нашей страны. «Университет решает актуальные образовательные и научные задачи в интересах государства, участвует в международных проектах. САФУ — единственный арктический вуз, который осуществляет комплексную подготовку кадров для организации оборонно-промышленного комплекса».

В ходе визита в Архангельск Ольга Васильева познакомилась с работой Интеллектуального центра САФУ — научной библиотеки имени Е.И. Овсянкина. Министр перерезала символическую ленту при входе в новый читальный зал редких книг и коллекций библиотеки. Большую часть фонда читального зала, в котором свыше 18 тыс. единиц хранения, составляют книги, изданные до 1940 года. «Это камерный, но удивительный по масштабам зал редких книг», — сказала в своей речи министр образования и науки России. — Я даже не знаю, как выразить свое восхищение этим местом. Неудивительно, что именно здесь собрано столько книжных редкостей. Ведь Михаил Ломоносов, ваш земляк, собирал древние книги на протяжении всей своей жизни. Я очень рада, что эта традиция сохраняется на архангельской земле. Надеюсь, в этом зале будут продуктивно работать молодые исследователи».

«Говоря о САФУ, скажу: десять лет потребовалось Министерству образования и науки, чтобы сделать этот форпост научной и образовательной деятельности», — подчеркнула министр. — Это единственный университет, который изначально был настроен на подготовку кадров для работы в Арктике». Также Ольга Васильева рассказала об уникальном проекте, который действует в САФУ, — Арктическом плавучем университете, прекрасной базе для научных разработок и исследований.

По материалам ТАСС, САФУ



— Одной из важнейших тем заседания Государственной комиссии по развитию Арктики, на котором выступила министр образования и науки РФ Ольга Васильева, был кадровый потенциал региона



— Ольга Васильева посетила также молодежный образовательный форум «Арктика». Сделано в России» и провела открытую встречу-диалог с его участниками. Молодые специалисты задали министру множество вопросов об арктических профессиях, высшем образовании в арктической зоне России и программах по развитию молодежи в Арктике

МЕЖДУНАРОДНЫЙ АРКТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

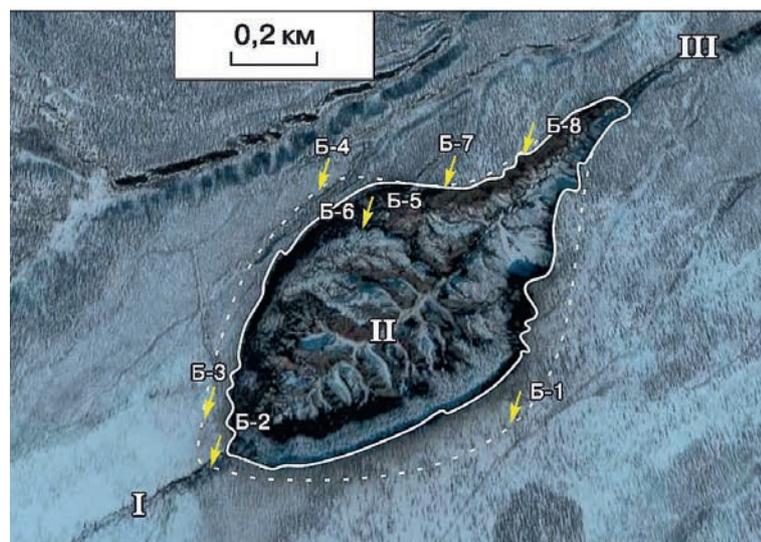
IV международный арктический форум «Арктика — территория диалога» проходил в Архангельске 29–30 марта. Форум собрал 2400 участников — представителей власти, бизнеса, СМИ и экспертов — из 31 страны мира. В деловой программе международного арктического форума значилось 20 мероприятий. Ключевым событием форума стало пленарное заседание «Человек в Арктике» с участием президентов трех государств, которые по очереди берут на себя председательство в Арктическом совете, — России Владимира Путина, Финляндии Саули Ниинистё и Исландии Гудни Торлациуса Йоханнессона.

Форум регулярно проводится с 2010 года и стал крупнейшей площадкой для совместного с зарубежными партнерами обсуждения актуальных проблем и перспектив арктического региона. На площадке Северного (Арктического) федерального университета форум проходит уже во второй раз, впервые вуз принял это масштабное мероприятие в 2011 году. В соответствии с распоряжением правительства РФ с этого года форум будет проводиться в Архангельске каждые два года.



— Космический снимок исследуемых участков Батагайского термоденудационного котла и форм термоденудации:

I — термоэрозионная промоина; II — термоденудационный котел; III — термоэрозионный овраг; белая линия — бровка термоденудационного котла в 2004 году, белый пунктир — бровка термоденудационного котла в 2010 году. Большая скорость термоденудации участка вызвана, вероятно, тем, что значительную площадь на нем занимает криогенный бедленд — косой срез насыщенных льдом пород почти с полным отсутствием деятельного слоя. Воздушные потоки непосредственно контактируют здесь с выходами ископаемого льда, что обеспечивает быстрое таяние его в условиях этого бедленда в теплый сезон. Ясно выраженная бровка термоденудационного котла отступала местами со скоростью 15 м в год, а разрушение льдистых пород вдоль одного метра этой бровки составляло от 210 до 450 кубометров в год



— Термоденудация — совокупность криогенного разрушения горных пород на поверхности земли и переноса продуктов разрушения в пониженные участки

ГЛУБОЧАЙШЕЕ ЧУДО

Гигантский термокарстовый котел, достигающий километра в длину и 100 м в глубину, находится вблизи реки Батагайка и в 7 км от райцентра Батагай Верхоянского улуса Якутии. Уникальное природное образование вполне заслуживает имени, которое ему дали ученые: «Батагайское чудо». Помимо геокриологической ценности, у «Батагайского чуда» есть и палеоботаническая, и палеозоологическая ценность — тут найдены останки древнейших животных и древнейших растений.

Климат на севере Янского плоскогорья — а это одно из самых холодных мест Северного полушария — сухой и резко континентальный, с очень холодной зимой и относительно теплым летом. Но в 1967–2010 годах в этих местах зафиксировано значительное потепление:

- почти на 20 мм возросло поступление летних атмосферных осадков;
- более чем на 1°C увеличилась средняя летняя температура воздуха;
- более чем на 2°C увеличилась средняя зимняя температура воздуха;
- на 15 мм сократилось поступление зимних атмосферных осадков.

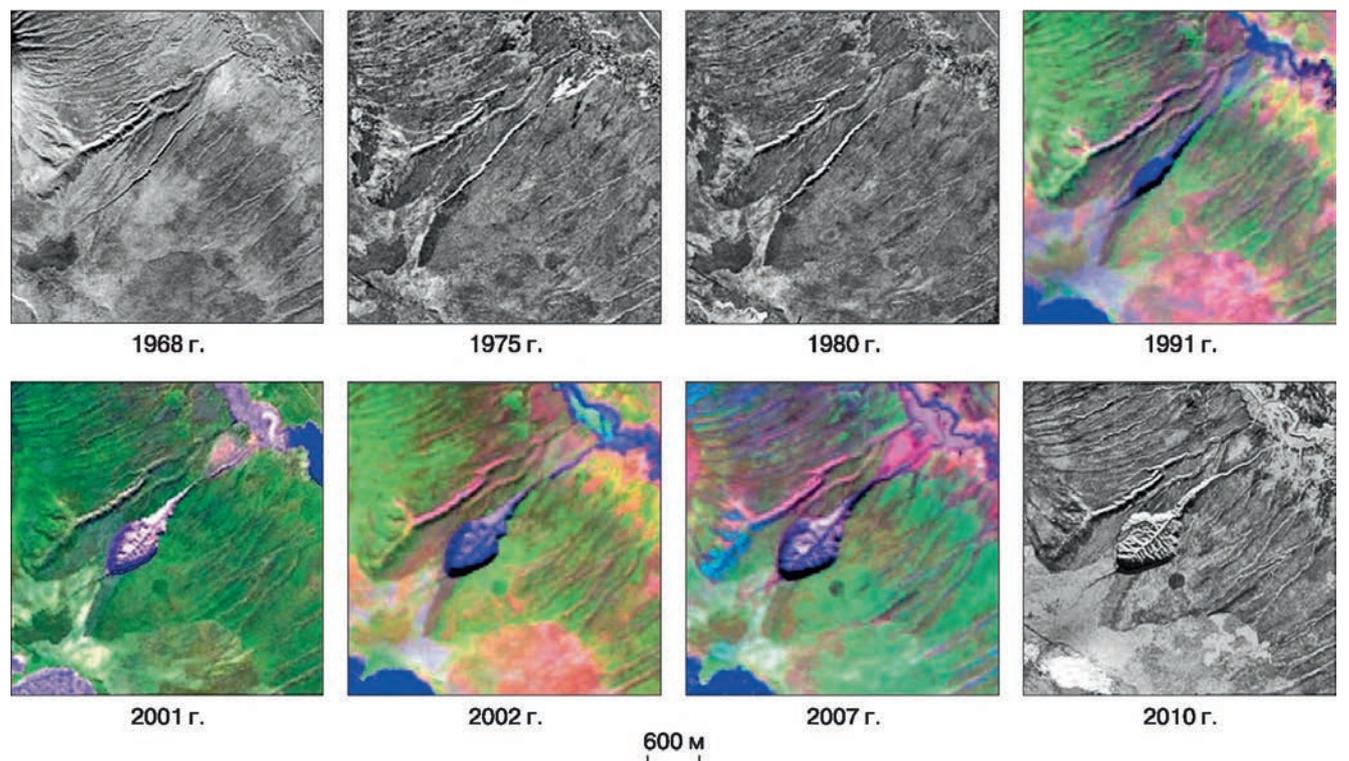
Изменения климата вызвали усиление термоденудации Янского плоскогорья на участках двух типов. К одному относятся участки подгорной равнины с неглубоким залеганием мелкозернистых льдистых песков, где лед-цемент распределен неравномерно. Видимая мощность этих льдистых песков достигает 60 м, лед составляет 45% объема породы.

Но «Батагайское чудо» относится к другому типу: здесь разрушаются льдистые породы осадочного покрова нагорных террас плоскогорья. В их породах лед составляет более половины объема и представлен жилами, пронизывающими льдистые супеси; термоденудация идет существенно быстрее.

Значительная часть зоны вечной мерзлоты превращается в арену активной, хотя и локальной термоденудации. Рельеф меняется: в нем возникают все новые формы термической абразии, термического карста и термической эрозии. Их образование сопровождается выделением значительного количества свободной влаги — тает ископаемый лед! Эта новая влага меняет режим стока и объем поверхностных вод, меняется и водный баланс территории, перестраивается гидрографическая сеть.

Усиленное разрушение берегов, подтопление и аномально высокие паводки, становящиеся следствием ускорения термоденудации, создают реальную опасность для жизни и деятельности людей.

ВИКТОР КУНИЦКИЙ, доктор географических наук, главный научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН



Представление о динамике развития форм термоденудации на этом склоне в 1968–2010 годах дают космические снимки. Они позволяют выделить поздний и ранний этапы в истории формирования термоденудационного котла. Ранний этап охватывает 1968–1990 годы. В это время отдельные провалы, подобные вышеупомянутой провальной форме, осложняли дно термоэрозионной промоины в рельефе северо-восточного склона Киргиллях-Хатынгнахской горной седловины. Поздний этап развития котла начался в 1991 году. Этот этап был ознаменован тем, что в 1991 году группа провалов настолько углубилась в полигональный склон, что приобрела на нем облик единой капли. Затем ее размеры увеличивались год от года. В 2001 году на месте этой капли была отмечена более обширная в плане яма. В дальнейшем яма ежегодно расширялась, ее границы приближались к очертаниям того котла, который виден на космическом снимке 2004 года, а также на снимках 2007 и 2010 годов



— Недра России в высоких горах и на севере Русской равнины, а также в Сибири и на Дальнем Востоке веками существуют при отрицательных температурах и содержат в своем составе гигантские запасы ископаемого льда. По современным представлениям, эти запасы имеют не меньшую ценность, чем некоторые руды, а исследование процессов формирования ископаемых и других природных льдов неотделимо от понимания специфических условий развития органической жизни на Земле и в окружающем ее космосе

ЦВЕТОК ИЗ 32-ТЫСЯЧЕЛЕТНЕГО СЕМЕНИ

Сотрудники лаборатории криологии почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (г. Пушкино) вот уже более 35 лет занимаются изучением криобиосферы — малоизученной части биосферы с отрицательно-температурными экосистемами и предельно низкими скоростями биохимических реакций и биологических процессов. В мерзлых почвах и мерзлых породах создаются условия, обеспечивающие длительную сохранность клеточных структур. Это способствует сохранению биологических систем в течение геологического времени несравнимо дольше, чем в других местообитаниях.

Гигантская по площади и мощности криосфера Земли — природный банк жизнеспособных палеосистем с огромной и изолированной от воздействия внешних факторов массой живой материи, содержащей генетическое разнообразие былых эпох, до антропогенного воздействия на природу. После оттаивания древняя биота восстанавливает физиологическую активность и заново вовлекается в биогеохимические процессы.

Сейчас можно характеризовать мерзлотные почвы и многолетнемерзлые породы как среду сохранения генетических ресурсов и определить биоразнообразие и стратегию выживания биологических объектов в отрицательно-температурных экосистемах. Это позволит приблизиться к решению фундаментальной проблемы — оценке длительности сохранения жизни, не решаемой экспериментальным или расчетным путем: невозможно моделировать столь продолжительное биологическое время.

Криобиосфера, хранилище древних биологических сообществ, позволяет наблюдать результат их криоконсервации в течение геологического времени. Жизнеспособные экосистемы криолитосферы — самостоятельный раздел бактериальной палеонтологии, там проводятся палеорекострукции на основе сохранившейся в мерзлых толщах ДНК и разрабатываются геобиологические часы, фиксирующие длительность пребывания жизнеспособных организмов вне активного биогеохимического круговорота. И наконец, криобиосфера Земли — модель космической среды обитания на планетах криогенного типа, а ее микробные обитатели — возможные аналоги жизни на Марсе.

В последние годы выявлены жизнеспособные биологические объекты в мерзлых породах, аналогичных тем, что слагают стенки Батагайской котловины. В мерзлых толщах Арктики, в кернах скважин всех полярных областей Земли с постоянными отрицательными температурами пород от -2 до -28°C многочисленны и разнообразны сообщества жизнеспособных палеомикроорганизмов: грамм-положительные и грамм-отрицательные, споровые и неспоровые, анаэробные и аэробные бактерии, грибы, дрожжи, цианобактерии, зеленые водоросли и простейшие. Многие из них представлены новыми видами, а наиболее древние датируются приблизительно 3 млн лет. При оттаивании вечной мерзлоты микроорганизмы полностью восстанавливают свою физиологическую активность.

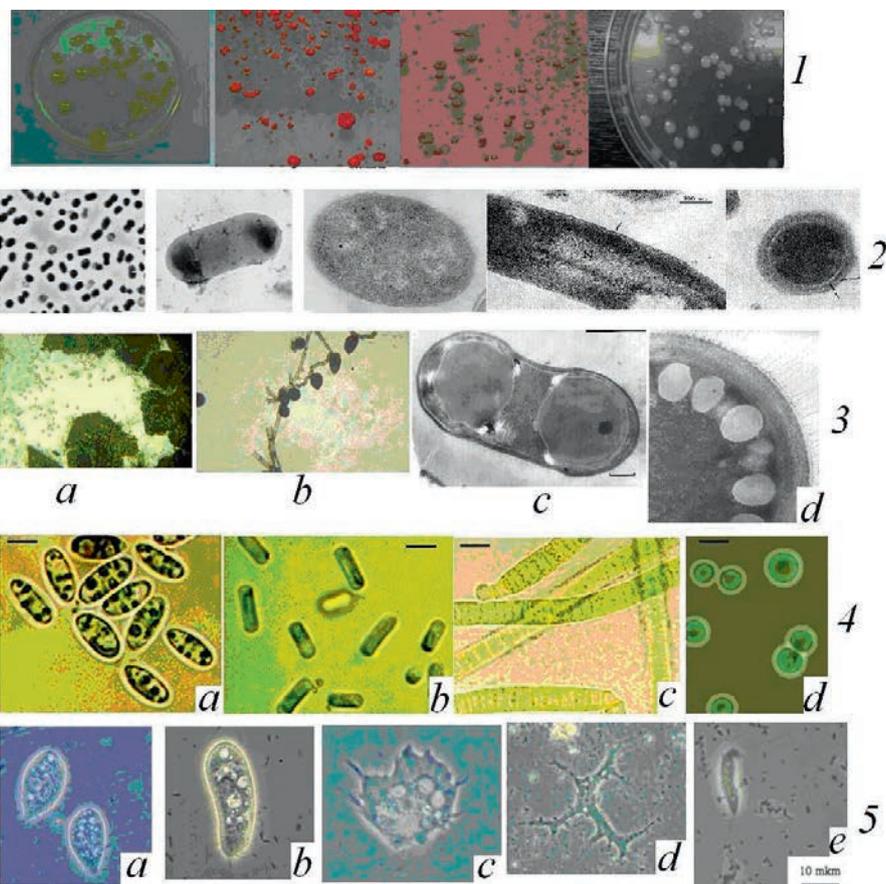
В многолетнемерзлых породах морского происхождения, от Баренцева моря до мыса Барроу на Аляске на глубинах до 50 м впервые изучены изолированные от внешних факторов древние голоценовые (до 100 тыс. лет) экосистемы высокоминерализованных (до 300 г/л) переохлажденных (до -9°C) водных линз, или криопэггов. Населяющее их микробное сообщество включает новые виды аэробных и анаэробных бактерий и мицелиальных грибов, метаболически активных в водной среде при отрицательных температурах и высокой солености. Сохранение жизнеспособных организмов в такой среде имеет астробиологическое значение: криопэги — единственно возможный вид существования свободной воды в мерзлых толщах Марса, а ранее не известное микробное сообщество — вероятный прототип ее возможных обитателей.

В лаборатории собрана единственная в мире коллекция семян из позднеплейстоценовых (около 40 тыс. лет) ископаемых нор сусликов. Из калусной ткани некоторых семян удается прорастить полноценные растения, способные к цветению и размножению после 32 тыс. лет нахождения в мерзлоте, что служит примером восстановления генетических ресурсов прошлых эпох. Хорошая сохранность семян позволяет идентифицировать вид растения и детально реконструировать палеоландшафты. Можно предположить, что, вытаявая из мерзлоты, они наряду с другими палеобиологическими объектами участвуют в поддержании современного биоразнообразия.

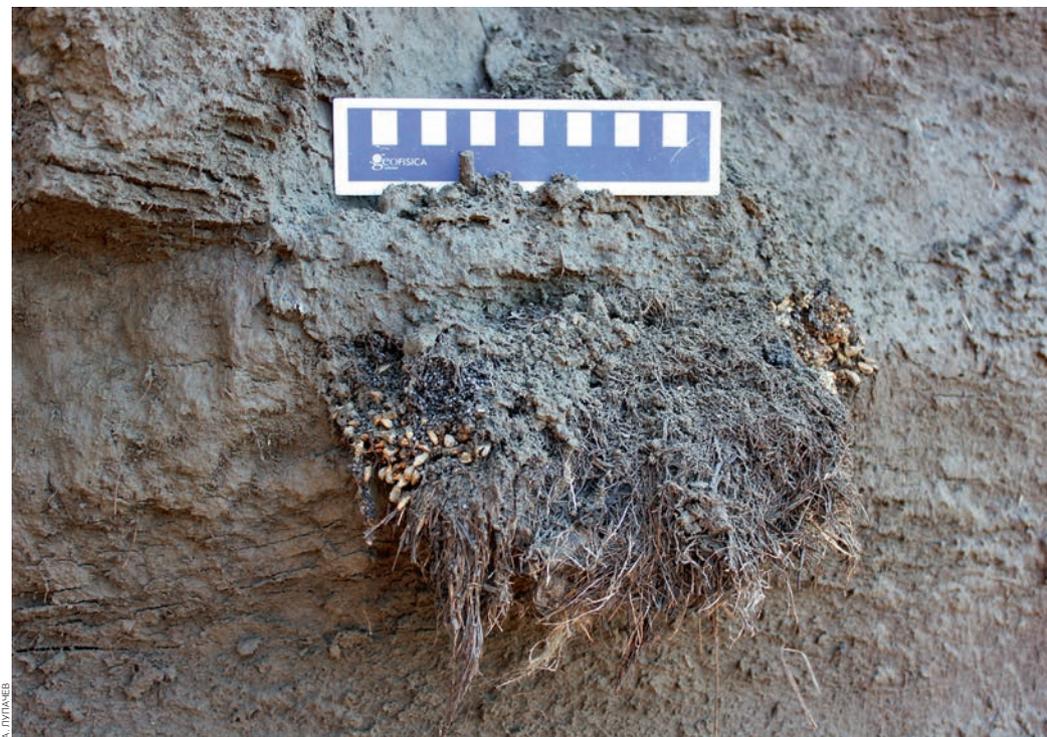
АЛЕКСЕЙ ЛУПАЧЕВ, старший научный сотрудник лаборатории криологии почв, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН;

ПЕТР ДАНИЛОВ, старший научный сотрудник лаборатории мерзлотных почв, Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера СВФУ им. М.К. Аммосова

— Биологические объекты, выявленные в мерзлых породах. 1 — колонии микроорганизмов; 2 — бактерии; 3 — грибы (a, b) и дрожжи (c, d); 4 — зеленые водоросли (a, b) и цианобактерии (c, d); 5 — простейшие (a, b — амебы, c, d — инфузории, e — жгутиконосцы)



— Внешний вид ископаемой норы суслика с вытаявающими семенами в стенке обнажения мерзлых пород



— Получение проростков растений в культуре in vitro (слева) и растение смолевка узколистная, выращенное из ископаемых семян возрастом 32 тыс. лет



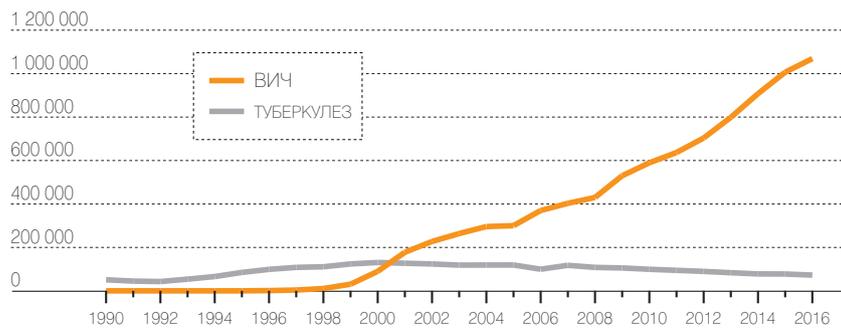
В апреле 2017 года председатель правительства РФ Дмитрий Медведев подписал постановление №246 о правилах ведения федерального регистра лиц, инфицированных ВИЧ. В конце прошлого года правительство приняло «Стратегию противодействия распространению ВИЧ-инфекции», которая содержит уже апробированные в мире меры борьбы с вирусом иммунодефицита. Документы появились как нельзя более вовремя: Россия переходит в стадию генерализованной эпидемии ВИЧ — последнюю и самую опасную, инфекция прочно укоренилась среди населения, ее распространение почти не зависит от групп риска.

ПУСТИТЬ ВИЧ ПО ПУТИ ТУБЕРКУЛЕЗА



— Каждый положительный результат теста на ВИЧ должен приводить в действие всю систему здравоохранения

ДИНАМИКА АБСОЛЮТНОГО ЧИСЛА ВИЧ-ИНФИЦИРОВАННЫХ И БОЛЬНЫХ ТУБЕРКУЛЕЗОМ В РОССИИ С 1990 ПО 2016 ГОД



Сейчас половой гетеросексуальный путь передачи обуславливает в России до 45% всех случаев инфицирования ВИЧ, практически сравнявшись с распространением через внутривенное введение наркотиков

Горячая статистика

По данным Центров по контролю и профилактике заболеваний США (CDC), в 2012 году инфицированы ВИЧ были 658 507 человек при населении в 314 млн человек. Из них в том же году умерли 13 712, то есть 1 из 48. По данным Росздравнадзора, в 2015 году в России с вдвое меньшим населением зарегистрировано 1 006 388 инфицированных ВИЧ (оценка того же ведомства на 30 сентября 2016 года — 1 087 339), из них умерло 27 564 человек, то есть 1 из 36.

Медианный возраст ВИЧ-инфицированных в США заметно выше, чем в России: 24% старше 50 лет и примерно столько же в возрасте 40–50 лет. У нас как раз в этих возрастных группах ВИЧ-инфицированных в разы меньше, потому что в Америке затормозили эпидемию среди молодежи. В 2013 году 37% смертей в США по всем причинам от последствий СПИДа были зарегистрированы в группе 55 лет и старше. Аналогичных точных данных по России автору найти не удалось, но, судя по всему, возраст смерти у ВИЧ-больных в России намного ниже. То есть люди с ВИЧ-инфекцией в США живут дольше.

Прироста смертей у людей с ВИЧ-инфекцией в США не регистрируется с 1995 года, а резкое их падение в конце 1990-х было связано с появлением высокоактивной антиретровирусной терапии, это падение наблюдается и сейчас, но оно более медленное. В России количество смертей от последствий ВИЧ-инфекции в 2015 году прибавилось по сравнению с 2014 годом на 12,9%.

Приведенная выше статистика по двум странам показывает: если не остановить, то затормозить распространение ВИЧ-инфекции — возможно. Также вполне можно значительно продлить жизнь ВИЧ-инфицированных и дать им возможность быть не изгоями, а полезными для общества гражданами.

Опыт контроля туберкулеза как ориентир

Показательно сравнение динамик численности ВИЧ-инфицированных и больных туберкулезом в России за последние 25 лет (см. график). Видно, что заболеваемость туберкулезом сначала поднималась, а потом с 2000 года кривая все-таки пошла вниз. Это свидетельствует: стратегия борьбы с туберкулезом была выбрана правильная.

Долгое время международно апробированная стратегия борьбы с туберкулезом под названием DOTS не принималась у нас на вооружение. DOTS (Directly Observed Treatment Short-course) — это строго контролируемое лечение туберкулеза коротким, но интенсивным курсом химиотерапии. DOTS — единственная на сегодня стратегия контроля туберкулеза с высоким результатом: не менее 85% излечения.

Чем она отличается от стратегии, принятой в СССР и оставшейся нам в наследство в 1990-х годах? DOTS направлена на выявление и излечение туберкулеза на уровне первичного звена здравоохранения: поликлиник и обычных больниц. В большинстве стран мира, включая и нашу, расчет на специализированные противотуберкулезные учреждения — диспансеры — не оправдался. Они либо были недоступны, либо неприемлемы для большинства больных туберкулезом из-за необходимости длительной госпитализации. А DOTS предполагает децен-

«РУССКИЙ» ВИЧ

Масштаб ВИЧ-эпидемии в России достиг такого уровня, что из-за природной рекомбинации нескольких штаммов возникают новые генетические разновидности этого вируса. Новая разновидность вируса соединяет в себе рекомбинантную форму 02_AG и российский вариант субтипа А вируса ВИЧ. Эта разновидность распространяется с большой скоростью не только в РФ, но и в Киргизии и Казахстане. Заведующая отделом ретровирусов ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» Наталья Гашникова считает, что новая форма ВИЧ-1, возможно, станет самой жизнеспособной в России и по скорости распространения может обогнать лидирующий сейчас субтип А. По мнению ученых, для создания новых противовирусных лекарственных препаратов, вакцин необходимо пополнять существующую базу новыми данными о структуре геномов, циркулирующих в России вариантов ВИЧ-1, которые труднее диагностировать и для которых труднее подобрать терапию.

ВИЧ-ИНФЕКЦИЮ И ТУБЕРКУЛЕЗ БЕРУТ ПОД ТОТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ

Правила ведения федерального регистра лиц, инфицированных ВИЧ, зафиксированные в постановлении правительства №246 — его подписал в апреле Дмитрий Медведев — начнут работать до 1 июля этого года.

Минздрав становится оператором информационного ресурса на федеральном уровне и обеспечивает бесперебойность его работы, а сведения о больных в данном регионе в режиме реального времени включаются в соответствующие региональные сегменты федеральных регистров.

В регистре содержатся сведения о каждом больном: его полные паспортные данные, адрес, анамнез, а также, что особенно важно, все медицинские учреждения, где больной наблюдался и какая медицинская помощь ему там оказывалась, какие лекарства ему отпускали в аптеках, словом, как его лечили.

При переезде больного в другой регион на срок более полугодия сведения о нем (с его уникальным регистровым номером) должны автоматически появиться в новом региональном сегменте федерального регистра. Если больной покидает пределы РФ и переезжает на постоянное место жительства за границу, сведения о нем не уничтожаются, а переходят в архивную часть федерального регистра. То же самое происходит в случае его смерти. Таким образом, под тотальный контроль Минздрава попадают все носители ВИЧ-инфекции и туберкулезные больные, а главное — помощь им со стороны органов местного здравоохранения. Отговориться незнанием, что тот или иной гражданин болен, отныне не удастся, как не удастся скрыть отсутствие помощи ему или ее недостаточность.

трализацию, диагностику и лечение больных на базе существующих медицинских учреждений и их интеграцию в систему первичной медицинской помощи.

Важнейший момент в DOTS: ответственность за излечение каждого случая туберкулеза ложится на систему здравоохранения, а не на самого больного. Это крайне важно, поскольку большинство больных туберкулезом, как только начинают чувствовать себя лучше через нескольких недель лечения, пытаются прекратить прием лекарств. А чтобы больной прекратил выделять микобактерии, должно пройти несколько месяцев лечения. С внедрением DOTS вся система здравоохранения России, а не отдельная служба отвечает за контролируемый прием лекарств каждым больным туберкулезом, за отслеживание бактериовыделения и документирование излечения. В России внедрение этой стратегии было начато в 1995 году в Ивановской области, затем продолжено в Томской и ряде других областей.

Надо понимать, что методология DOTS не появилась в готовом виде, а выработывалась и совершенствовалась годами, с учетом опыта органов здравоохранения многих стран. На ближайшие годы российскими специалистами поставлены четкие и строгие ориентиры (см. http://roftb.ru/netcat_files/doks2015/2003.pdf):

- Обеспеченность полугодовой расчетной потребности в противотуберкулезных препаратах 1-го ряда — 100%.

- Обеспеченность годовой расчетной потребности в противотуберкулезных препаратах 2-го ряда для лечения больных МЛУ/ШЛУ ТБ (формы туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью и с широкой лекарственной устойчивостью) — 100%.

Из одних этих цифр ясно, что борьба ведется за жизнь каждого больного туберкулезом — всех 100%. Важно также, что в государственных программах борьбы с туберкулезом разных стран указано, что правительство должно решительно поддерживать стратегию DOTS и наделить контроль над туберкулезом высоким политическим приоритетом. Правительство и неправительственные организации должны обеспечивать материальную поддержку борьбы с туберкулезом, гарантируя бесплатный доступ больных к лечению.

Чрезвычайной ситуации — чрезвычайные меры

Сегодня ситуация с ВИЧ-инфекцией в России примерно такая же, как с туберкулезом до 2000 года, до внедрения DOTS. Мы, конечно, внедрили часть мер, предлагаемых мировым сообществом для профилактики и лечения СПИДа, но только часть. Лекарствами обеспечивают пока и вовсе всего треть всех инфицированных. Активной просветительской работы среди наиболее подверженных риску групп населения практически не проводилось, да и сейчас она ведется в ограниченном объеме. Новая стратегия борьбы с ВИЧ-инфекцией в России принята осенью 2016 года, и для нее создан специальный сайт — <http://hiv-2020.ru>. Стратегия содержит список задач, который намного ближе к рекомендациям ВОЗ, чем это было в предыдущих национальных документах. В него включен и обязательный образовательный модуль для школьников, чему долго препятствовали малограмотные, но влиятельные люди. Администрации ряда регионов образовательную деятельность среди групп

Поскольку лечением охвачена лишь треть ВИЧ-инфицированных, то остальные не будут союзниками общества в борьбе с этой инфекцией, но могут стать обозленными изгоями

ВИЧ В РОССИИ

ИСТОЧНИК: ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО ПРОФИЛАКТИКЕ И БОРЬБЕ СО СПИДОМ ФБУН ЦНИИЗ РОСПОТРЕБНАДЗОРА, РОССТАТ.



риска развернули самостоятельно, разработав и издав брошюры с аккуратно подобранной информацией. Ведь сейчас половой гетеросексуальный путь передачи обуславливает в России до 45% всех случаев инфицирования ВИЧ, практически сравнявшись с распространением через внутривенное введение наркотиков.

По данным Минздрава, в 2015 году бюджет медицинских учреждений позволил обеспечить лекарствами лишь около 200 000 ВИЧ-инфицированных россиян (23% от общего числа носителей вируса). За год ситуация изменилась ненамного: для отдельных регионов в 2016 году эта цифра выросла до 37%. В том же 2016 году глава Минздрава сообщила, что «централизованная закупка препаратов для антиретровирусной терапии на уровне всей страны начнется в 2017 году», а к 2020 году долю ВИЧ-инфицированных, получающих специфическое лечение, планируется довести до 90%, то есть даже через четыре года десятая часть больных останется один на один со своей проблемой. Понятно, что в министерстве наверняка это знают и наверняка запросили гораздо больше средств, но сейчас ориентируются на те возможности, которые им фактически выделили. А их катастрофически недостаточно. И поскольку лечением

По данным Минздрава, в 2015 году бюджет медицинских учреждений позволил обеспечить лекарствами лишь около 200 тыс. ВИЧ-инфицированных россиян — 23% от общего числа носителей вируса. За год ситуация изменилась ненамного: для отдельных регионов в 2016 году эта цифра выросла до 37%

охвачена лишь треть ВИЧ-инфицированных, то остальные не будут союзниками общества в борьбе с этой инфекцией, но могут стать обремененными изгоями. А хуже этой ситуации трудно себе представить!

Надежда на радикальное усиление борьбы с ВИЧ-инфекцией появилась. Но бороться с распространением инфекции надо не только Минздраву и Роспотребнадзору: ведь это поистине чрезвычайная ситуация! Ориентиры и ключевые показатели этой борьбы в «Стратегии борьбы с ВИЧ-инфекцией» должны быть похожими на те, что указаны в «Программе борьбы с туберкулезом»: то есть лечением должны быть как можно скорее обеспечены все инфицированные ВИЧ, у которых начались изменения в иммунной системе. Иначе мы уже очень скоро сравняемся в отношении распространения ВИЧ-инфекции с самыми отсталыми странами мира. Времени мало, но оно есть. Надо только принять правильные решения. И сделать это срочно.

СЕРГЕЙ НЕТЕСОВ,
доктор биологических наук,
профессор Новосибирского государственного университета,
член-корреспондент РАН

СКОЛЬКО ЖИВУТ ВИЧ-ИНФИЦИРОВАННЫЕ

Вирус иммунодефицита человека поражает клетки иммунной системы, имеющие на своей поверхности рецепторы CD4: Т-хелперы, моноциты, макрофаги, клетки Лангерганса, дендритные клетки, клетки микроглии. В результате работа иммунной системы угнетается, развивается синдром приобретенного иммунного дефицита (СПИД). Организм больного теряет возможность защищаться от инфекций и опухолей, возникают вторичные инфекционные заболевания. Без врачебного вмешательства такие заболевания вызывают смерть пациента через 9–11 лет после заражения (в зависимости от подтипа вируса). При проведении антиретровирусной терапии продолжительность жизни пациента может быть продлена до 70–80 лет.

Заместитель председателя правительства Ольга Голодец назвала уникальным явлением, когда россияне остаются бедными даже при наличии работы. Около 4,9 млн россиян получают зарплату на уровне или ниже минимального размера оплаты труда (МРОТ), говорит она и предлагает его повысить. Эта мера может привести к неоднозначным последствиям.

БЕДНЫ ЛИ «РАБОТАЮЩИЕ БЕДНЫЕ»

Работающие бедные (в зарубежной статистике используются термины *working poor*, *in-work poverty*) — это люди, имеющие работу, с доходами ниже черты бедности. Но с этим определением все не так просто. Занятость измеряется на индивидуальном уровне, а бедность — на уровне домохозяйств. Бедность определяется исходя из сравнения среднедушевого дохода с чертой бедности, в российской практике — с величиной прожиточного минимума. При расчете среднедушевого дохода учитываются не только заработки конкретного работника, но и доходы других членов его семьи. Поэтому работник с низким заработком — к примеру, подрабатывающий подросток из семьи среднего класса — не может быть отнесен к бедным, если другие члены его семьи имеют высокие доходы. И наоборот, приличная заработная плата не всегда обеспечивает стопроцентную защиту от бедности, — например, если ее получатель имеет неработающую супругу, малолетних детей или других иждивенцев. Кроме того, в составе доходов следует учитывать не только заработную плату, но и другие виды доходов, в том числе пенсии, алименты, пособия, доходы от сдачи квартир в аренду и т. п. Например, одинокий пенсионер, работающий на неполную ставку и получающий низкую заработную плату, не относится к бедным.

Итак, простое сравнение заработной платы с прожиточным минимумом или МРОТ не работает — необходимы данные обследования домашних хозяйств с доходами и наличием работы у каждого из членов семьи.

Показатель численности работающих бедных в России путают с другим показателем — численностью низкооплачиваемых работников (в англоязычном варианте *low pay*). Последний описывает дифференциацию заработных плат, но не бедность как таковую. Именно к этому классу показателей относится доля работников с начисленной заработной платой ниже МРОТ или ниже величины прожиточного минимума.

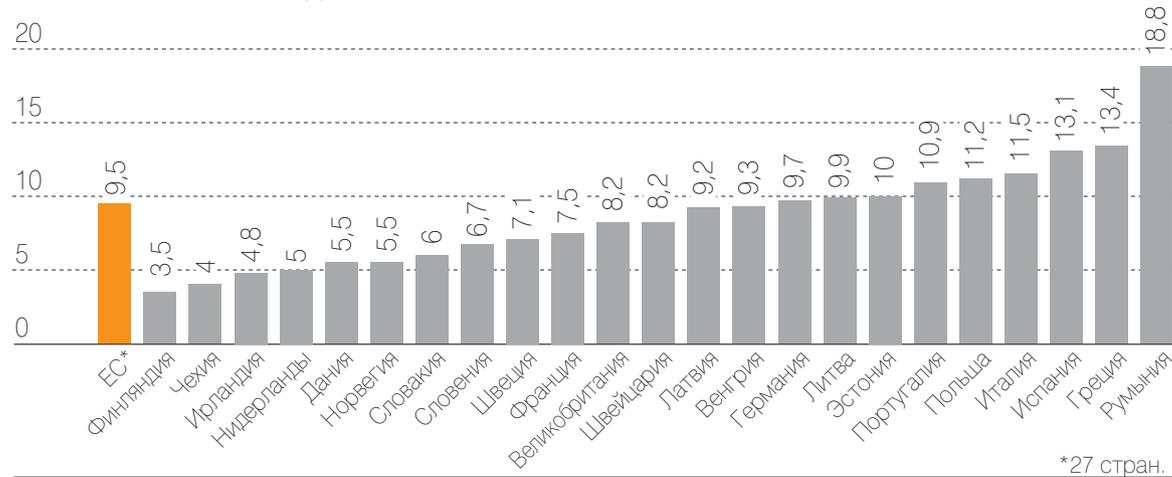
Перейдем к содержательной части. Работающие бедные — не уникальное российское явление. В среднем по ЕС доля бедных среди работающих в 2015 году составляла 9,5% (см. график), но в Финляндии это 3,5%, а в Румынии — 19%. Высоки риски бедности среди занятого населения в Греции, Испании, Португалии. Среди «новых» членов ЕС есть как страны с чрезвычайно низким уровнем бедности среди работающих (Чехия), так и те, где эти риски превышают средний уровень по ЕС (например, Польша и Эстония).

Россия выглядит вполне благополучно на фоне европейских соседей. Но приведенные на графике цифры не полностью сопоставимы с российскими показателями. Статистические службы развитых стран относят к бедным тех, чьи доходы составляют меньше 60% (могут использоваться и другие пороговые значения) медианного дохода в стране. Медианный доход рассчитывается с корректировками на состав семьи, чтобы обеспечить сопоставление семей с разным количеством взрослых и детей. Для сравнения: общий уровень бедности в странах ЕС составлял 17,3%. Таким образом, среди работающего населения уровень бедности примерно вдвое ниже, чем среди населения в целом.

В России используется показатель абсолютной бедности — среднедушевые доходы сравниваются с величиной прожиточного минимума, который равен стоимости минимальной потребительской корзины. Абсолютные определения бедности обычно дают более низкую черту бедности, чем отно-

УРОВЕНЬ БЕДНОСТИ СРЕДИ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ, 2015 ГОД

ИСТОЧНИК: EUROSTAT, ПО ДАННЫМ EU-SILC SURVEY.



сительные. Тот же подход используют в США: бедность, как в России, определяется исходя из стоимости минимальной потребительской корзины (американской). По данным Бюро цензов, в 2015 году уровень бедности среди работающих американцев составил 6,3% при общем уровне бедности 13,5%, то есть разница примерно в два раза, как и в Европе. Росстат в официальных сборниках не дает прямых оценок уровня бедности среди работающего населения, но несложные расчеты на основе публикуемых показателей для 2015 года выводят нас на цифру в 10,8%, что всего в 1,2 раза меньше, чем риски бедности для населения

в целом (13,3%). Таким образом, хотя сам факт наличия бедных среди работающего населения не уникален, необычной следует признать высокую долю работающих среди бедных: в возрастах старше 15 лет занятые составляют примерно две трети (64%) от всех бедных.

Теперь рассчитаем численность работающих бедных, умножив 10,8% на общую численность занятых (72,3 млн человек). Получаем 7,8 млн человек. Именно столько работающих имеют доход ниже черты бедности в соответствии со стандартной методологией. Заметим, что в это число включены занятые в самом широком смысле: работающие полный и неполный день, формально и неформально, занятые на постоянной работе и те, кто имеет нерегулярные приработки.

Росстат оценивает долю работников, получающих заработную плату на уровне и ниже МРОТ, лишь для тех, кто занят на крупных и средних предприятиях. Таких в 2015 году было крайне мало — 1,4% от общей численности (411 тыс. человек). В сфере малого предпринимательства доля таких, скорее всего, выше, но не драматически — для выхода на общую численность в 4,9 млн человек она должна была бы превысить 12% численности занятых по найму за пределами крупных и средних предприятий.

Это неправдоподобно много, учитывая, что все низкооплачиваемые бюджетники уже причислены к корпоративному сегменту. Даже если предположить, что в малом бизнесе МРОТ получают вдвое больше работников (2,8%), общая численность получателей МРОТ составит 1,5 млн человек (при предположении о равной доле получателей МРОТ в корпоративном и некорпоративном сегменте — менее 1 млн человек). Таким образом, 4,9 млн россиян, которые получают зарплату на уровне или ниже минимального размера оплаты труда, — завышенный показатель; одновременно он же занижает общую численность работающих бедных.

И последний вопрос. Может ли повышение МРОТ радикально улучшить положение работающих бедных? Для выведения всех работающих из бедности потребовалось бы повышение МРОТ, непосильное для российской экономики: из-за сокращения занятости, роста безработицы, расширения неформальной занятости и резкого роста бюджетных расходов. Для большинства работающих бедных основной причиной бедности стоит считать не крайне низкую заработную плату, а наличие иждивенцев. Эффективнее переориентировать систему социальной защиты на адресную поддержку бедных — сегодня эти расходы составляют всего 0,4% ВВП или чуть больше 20% затрат на нестраховые меры социальной поддержки.

АННА ЛУКЬЯНОВА, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Центра трудовых исследований, доцент факультета экономических наук Высшей школы экономики

Российские археологи подвели первые итоги огромной работы в палестинском библейском городе Иерихон («и отправились сыны Израилевы, и остановились на равнинах Моава, при Иордане, против Иерихона», Числ. 22:1). Раскопки там Россия ведет уже полтора века, однако наиболее интересные открытия состоялись только в последние годы. В начале 2017 года увидела свет книга об этих открытиях.

РОССИЯ ИМЕЕТ СЕЙЧАС РЕДКУЮ ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАТЬ СОБСТВЕННУЮ НАУЧНУЮ ШКОЛУ НА СВЯТОЙ ЗЕМЛЕ

__Иерихон, Музейно-парковый комплекс РФ. На первом плане — раскоп с керамической мастерской VI–VIII вв. н. э.



__Иерихон в 1880-х годах. Вид на башню Иерихона и Мускобию — приют Русской духовной миссии, построенный о. Антоном (Капустиним)



__Участники первой Ближневосточной экспедиции, 1891 год. Н.П. Кондаков — второй справа в первом ряду, Я.И. Смирнов — второй слева во втором



__Руководители Российской Федерации и Палестинской национальной администрации открывают Музейно-парковый комплекс РФ в Иерихоне. 19 января 2011 года

Книга называется «Византийский Иерихон». Стоит сказать «Иерихон», и в памяти возникнут мощные ассоциации. Заглубят трубы Иисуса Навина и рухнут стены ветхозаветного города хананеев, не устояв перед Ковчегом Завета. Ирод Великий построит дворец и умрет здесь в страшных муках — кажется, затем лишь, чтобы добавить ужаса в рассказ Иосифа Флавия. Иисус Христос встретит в Иерихоне мытаря Закхея и проведет здесь последний спокойный вечер земной жизни — как о том повествует Евангелие.

Бесчисленные караваны паломников будут проходить город, путешествуя между рекой Иордан и Иерусалимом. В XX веке имя города прославят археологи: здесь откроют одно из древнейших на Земле поселений с монументальной архитектурой, Тель-эс-Султан; образцом иродианской археологии станут раскопки дворцов семьи Хасмонеев и Ирода на берегах Вади-Кельт; открытие полного архитектурных чудес и ярких мозаик дворца халифа Хишама коренным образом изменит представления о культуре арабов эпохи Омейядов.

Все это невозможно было бы соединить вместе, будь Иерихон только поселением. К счастью, это целый оазис (арабы называют его Хор), лежащий между высокими обрывами гор Иудейской пустыни и течением реки Иордан. То есть Иерихон — не точка, но агломерация многих десятков памятников древности. Начиная с каменного века, периоды расцветов и запусченных чередовались здесь тысячелетиями. Но к XIX веку ни один из древних городов Иерихона уже не существовал, а самый поздний из них с трудом можно было назвать даже деревней. От знаменитых рощ финиковых пальм, некогда прославивших оазис, не осталось и следа; в пустыне кочевали бедуины; жители бедной, на 20–30 домов, Эр-Рихи пасли малочисленные стада, растили овощи и злаки. В Иерихонском оазисе не жил в то время ни один европеец, не было ни одного современного здания.

Но с 1870-х годов его начали постепенно осваивать русские паломники, некоторые из которых стремились остаться в Святой земле навсегда. Их появление здесь имело не только религиозную, но и политическую подоплеку. В середине XIX века европейские державы ожесточенно боролись за колониальный раздел быстро слабеющей Турецкой Империи. Одним из инструментов было овладение святыми местами христианства. Речь шла о том, чтобы через контроль историко-религиозного прошлого управлять политическим настоящим. Среди ключевых моментов «большой игры» — и Крымская война, поводом для которой стал спор о ключах к храму Гроба Господня в Иерусалиме.

Потерпев поражение, Россия добилась мирного реванша: империя стимулировала мощное паломническое движение русских людей в Палестину. Оно было официально поддержано и на дипломатическом уровне, и организационно, и финансово. Покупали землю (всего было куплено до сотни участков). На ней строили храмы и странноприимные дома, школы и больницы — не только для паломников, но и для местного арабского населения. Важную роль в этом движении играли Русская православная церковь, специально созданное Императорское православное палестинское общество и другие структуры.

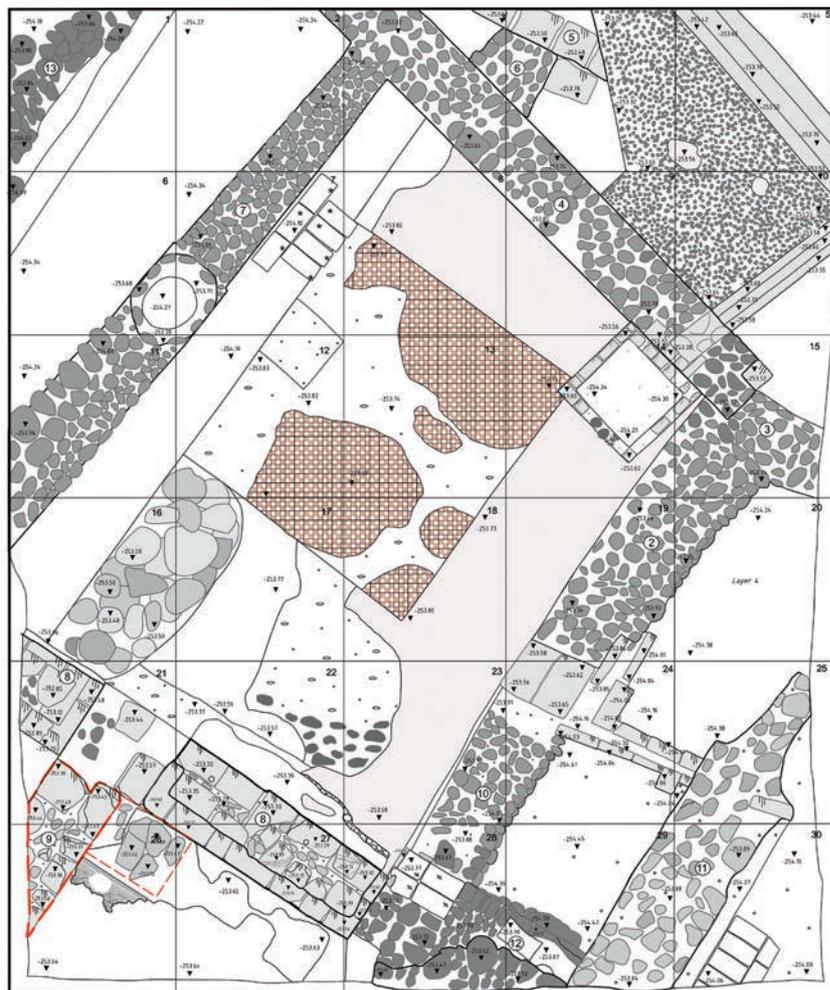
Дальновидные деятели церкви, такие как ориенталист Антонин (Капустин), начали думать о системе «русских святых мест». Для чего необходимо было вести собственными силами исследование библейских и христианских древностей и создавать их хранилища — музеи. Археологические памятники были на многих, если не на всех русских участках. Иногда велись успешные натурные работы и делались выдающиеся для той поры открытия.

В 1870-х годах в Иерихоне, осваивая пространство Святой земли, обосновались первые европейцы — это были представители Русской православной церкви во главе с одним из лидеров движения по созданию «русской Палестины» архимандритом Антонином (Капустиным), начальником Русской духовной миссии. Он потратил несколько лет на сбор средств для покупки участков и их застройку, причем выбрал садовую землю возле Башни Иерихона. Эта единственная крупная каменная руина в пределах Эр-Рихи была известна паломникам всего мира и упоминалась в их «хождениях» по крайней мере с XII века как пункт безопасной и комфортной стоянки для каравана, а иногда и как руины «дома Закхея». В 1880-х годах рядом с ней появился двухэтажный каменный странноприимный дом, выглядевший настоящим дворцом. Так его и стали называть: Московитский дворец, или Мускобия. Здесь побывали тысячи паломников, в том числе представители российского императорского дома и высокопоставленные иностранцы. Мускобия стала тем зерном, из которого вырос современный Иерихон. В прибрежной части оазиса, у Иордана и в горах жили отшельники из России, сюда приезжали художники (Верещагин, Поленов, а раньше, в 1820-х годах — Воробьев), писатели (Бунин), ученые-ориенталисты (Живаго).

Уже в ходе покупки и осмотра участков о. Антонин сделал первые шаги к открытию на русских участках древностей с библейско-евангельскими коннотациями (камень-жертвенник «Галгал», «дом Закхея», фикус-сикомора «дерево Закхея»), а также ранних, до арабского завоевания VII века христианских объектов. На участках один за другим открывались остатки архитектуры и полы из мозаики (это своего рода бренд византийского Востока, в том числе Палестины). На Антониновском участке, в Мускобии, мозаика содержала погребальную надпись VI века (над нею построен храм, существующий и сейчас).

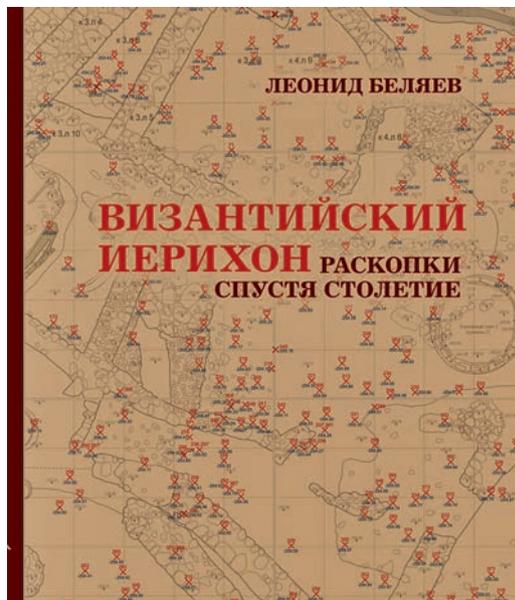


— План раскопа с цветной мозаикой VI–VII вв. н. э. 1880-е, 2010-е годы



— Нательный крестик. VII в. н. э. Сплав меди

— Л.А. Беляев. Византийский Иерихон: раскопки спустя столетие. Материалы российско-палестинской археологической экспедиции 2010–2013 годов. М.: Институт археологии РАН; Индрик, 2016



На том участке, где теперь находится Музейно-парковый комплекс России (его называют Иоасафовским, по имени русского монаха с Афона, купившего эту землю), были открыты руины и отличные полихромные мозаики, но о них было известно лишь по описаниям и нескольким фотографиям. Эти остатки пытались изучать в 1891 году знаменитая экспедиция Императорского православного палестинского общества во главе с выдающимся византинистом Н.П. Кондаковым.

В 1990-х годах Иоасафовский участок был возвращен России, и русская наука получила возможность вернуться к работам на Святой земле. До этого в стенах гуманитарных институтов РАН созрела идея возвращения российской археологии в Палестину и суммирован материал по современной византийской археологии, проведены обследования участков в Иерихоне, опубликован план возможных работ. Решение создать на участке музейно-парковый комплекс делало раскопки особенно актуальными, ведь требовалось не только изучить памятники, но и организовать там музей.

Для выполнения распоряжения правительства России о создании комплекса впервые с 1891 года были проведены археологические исследования и на их основе создана музейная экспозиция. Институт археологии РАН, по заданию управления делами президента, подписал договор о научном сотрудничестве с департаментом древностей и культурного наследия Министерства туризма и древностей ПНА. Была создана Иерихонская российско-палестинская экспедиция под совместным научным руководством.

2010 год ушел на изучение старого, 1891 года, раскопа, и сопровождение строительных работ (в трех главных раскопах было изучено более 300 кв. м плюс сотни квадратных метров траншей и малых раскопов). Это позволило прийти к заключению, что открытые здания принадлежали к одному архитектурному комплексу. Из него удалось изучить немного: комнату площадью 30 кв. м с полом из белой мозаики; небольшой зал (40 кв. м) с мозаичным полом, в составе которого сохранилась известная с 1880-х годов полихромная мозаика; край смежной с ним галереи, также с цветной мозаикой; большой мощный двор с крытым каналом для воды (с внутренним тесаным каменным фильтром), шедшим по фундаменту каменной ограды.

Комплекс выглядел хронологически однородным — а именно, византийским эпохи наивысшего расцвета в конце V — начале VII века. Его не раз перестраивали (мозаичные полы перекрыли остатки ранних стен и сами не раз заменялись), но ориентация основных стен, привязанная к сторонам света, при этом сохранялась. Стены из блоков с тесаной внешней поверхностью и фундаменты из валунов были конструктивно однородны. Время жизни участка определили массовый материал — керамика и монеты. Они указали как на главный период активности на эпоху Византии и наследовавший им халифат Омейядов:



Зал с археологической экспозицией в Музейно-парковом комплексе РФ в Иерихоне



Бронзовый церковный светильник. VI–VII вв. н. э.



Музейно-парковый комплекс РФ в Иерихоне. Круглый аванзал с экспозицией по археологии и истории русского паломничества на Святую землю

в слоях было мало как римской посуды, так и позднейшей, турецкого периода; сравнительно малочисленна была и керамика исламского средневековья, периодов правления династий Айюбидов и мамлюков.

Эти культурно-исторические общности представляла широко известная в Византии тунисская краснолаковая продукция — парадная посуда конца IV — конца VI века: блюда со штампованными сюжетами (листья пальм; бык, птица) и, с другой стороны, типы арабской эпохи: лампа с высокой воронкой VII–VIII веков, сосуд в форме плода граната и кувшины того же времени (для XII–XIV веков — сплошь расписные).

Но в подавляющем большинстве (64%) фрагменты принадлежали V/VI–VIII векам. Керамика была однородной: выяснилось, что простейшие типы посуды пережили казавшийся непроходимым разломом культурно-исторический рубеж арабского завоевания. Завоевав Палестину, арабы унаследовали и стали развивать византийские формы кухонных горшков и блюд, мисок, тазов и кувшинов.

Среди монет оказались гораздо более ранние, чем керамика, включая чеканку династии Хасмонеев I века до н. э. и Иудеи начала н. э., также много монет римских и византийских императоров (II — конец IV века: Марк Аврелий, Филипп Аравитянин, Максимиан Геркулий, Константин I и его семья и др.) — их число достигало четверти всех сборов. После того как при императоре Анастасии (491–518) в оборот вошло много медных монет (фолисов), их число в следующем столетии, до начала VII века, резко возросло. Они составили прекрасную подборку от Анастасия I до Маврикия Тиберия (582–602 годы), особенно считая с кладом в 54 монеты (его младшая монета отчеканена в 593/594 году). Монет раннеарабской эпохи, второй половины VII–VIII веков, оказалось существенно меньше, а еще более поздние представлены единичными экземплярами (в их числе — единственная здесь монета эпохи Иерусалимского королевства, созданного крестоносцами).

Активность экономики в эпоху Византии подтвердила находка двух бронзовых гирек с инкрустированными серебром монограммами. Вес одной (она несла круглый венчик и имела надчеканку) близок к половине унции (официально — 13,6 г) или трем золотым монетам (номизмам, солидам). Другая гирька, в одну номизму (4,55 г), обозначена буквой N.

На участке было собрано также много каменных приспособлений для размалывания и растирания растений: простые ручные мельницы с двумя жерновами; сложные мельницы римского типа из вулканической породы с «приводом для осла»; стационарные ступки (более полуметра высоты); толстые портативные ступки-чаши с треугольными ручками; малые ступки для домашних нужд из мрамора; пестики из черного базальта. Из базальта же был сделан уникальный для Иерихона чистого римский по происхождению полированный таз со сливом, *mortarium*. Но перед нами был явно не бытовой комплекс. Прежде всего, в его состав входила обширная коллекция архитектурных деталей (более 50). В основном это остатки колоннад: стволы



Большая керамическая миска. VII–VIII вв. н. э.



Базальтовый *mortarium* (плоская ступка со сливом). Позднеримский период



Фрагмент красноглиняной столовой тарелки со штампованным изображением тельца. Северная Африка, середина IV — начало V вв. н. э.



Монета (фолиант) императора Византии Фоки (602–610 годы). Отчеканена в Антиохии в 608–609 годах



Монета (сестерций) императора Римской Империи Филиппа I Араба (244–249 годы)

Кувшинчик-куман, поврежденный при обжиге в горне. VII в. н. э.



трех базовых диаметров (от 0,9 до 0,30 м); капители: упрощенные ионические разных типов и размеров (возможно, эпохи Ирода Великого) и маленький фрагмент коринфской; базы (и с классическим профилем, и упрощенные или примитивные); фрагмент архитрава портала с иониками; нижний угол портала с сухим дробным профилем.

Хозяевами построек были христиане: еще в XIX веке здесь нашли бронзовые кресты, часть порфиновой чаши с вырезанным крестом, бронзовую церковную утварь (подставки-канделябры, кадильницу). Мы дополнили этот список двумя редкими образцами церковного литья IV–VII веков: полусферической кадильницей на цепях с крестиками и большой (на 300 г масла) лампой с ручкой из замысловато закрученных побегов, весьма редкой.

Не менее важны образцы дешевых керамических ламп со штампованными изображениями. Они известны как иудейские, так и исламские — но на участке встречены только с христианской символикой: знаком крестом и греческой надписью, началом вечерней молитвы («Свет Христов просвещает всех»), но обычно штамп нарезался с искажениями и сокращениями).

Важнейшим объектом 2010 года и предметом забот последующих сезонов стала, конечно, полихромная мозаика. Она также пронизана христианскими мотивами: в растительный орнамент вплетаются крестики, которые также делят четырехлистные розаны; из вазы-амфоры исходит виноградная лоза с гроздьями (известный евхаристический символ); цветок граната соседствует с секирой (намек на «бесплодную смоковницу»). Эта мозаика — одна из поздних, ей предшествовало по меньшей мере два уровня полов, но это дорогой образец: для выкладки использован камень семи-восьми цветов (всего не менее 150 тыс. мелких, до 1 см, tesserae).

Мы явно затронули большое, комфортабельное, престижно оформленное сооружение с многими помещениями, существовавшее не менее 150–200 лет. Сплошная застройка с периметром вокруг двора и эксцентрично поставленным храмом распространена в Палестине для монастырей и усадеб. Также типична и «двухслойная» хронология, включающая последние 200 лет христианского периода, до середины VII века, и первые века исламского правления, до начала IX века. Других вариантов Эр-Риха, собственно, и не предлагает (но по крайней мере часть современного Иерихона была, видимо, освоена уже с конца I тыс. до н. э. и снабжала продуктами земледелия дворцовые хозяйства Хасмонеев и семьи Ирода).

Колоннады и цветные мозаики указывают на общественно-религиозный характер комплекса: мозаики церквей — это более половины от числа всех известных в Палестине (виллы, бани, гробницы вместе — до 15%). Возможно, это аграрно-религиозная институция: монастырь со странноприимным домом или иная «церковная ферма». Комплекс был значительным: скромные монастыри этого периода сходны по набору вещей и конструктивным приемам, но по площади сильно уступают, не имеют мозаичных полов и дают гораздо меньше монетных находок; в то же время самые круп-



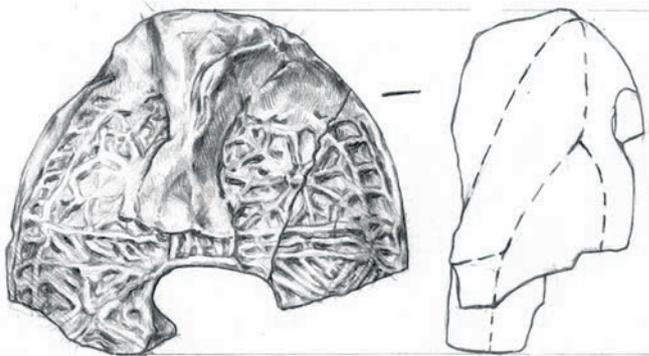
Часть мозаичного панно VI–VII века н. э. с амфорой и виноградными лозами (после консервации). Музейно-парковый комплекс РФ в Иерихоне



Музейно-парковый комплекс в Иерихоне. Раскопки 2010–2011 годов, вид с террасы здания музея



— Механическая мельница из вулканического туфа. Византийский период



— Фрагмент керамического светильника со штампованным орнаментом. Ранний исламский период (VII-VIII вв.)



— Раскоп на участке керамических горнов. Яма на месте цистерн для воды (отстойник?). VI-VII вв. н. э. Фото 2012 года

ные существенно больше. Так, площадь монастыря Мартирия в Маале-Адумим (на полпути от Иерусалима к Иерихону), впрочем, не самого крупного — 10 тыс. кв. м, примерно вдвое больше Иоасафовского участка.

В проект 2010 года вошли не только раскопки, но и организация первой экспозиции музея (мы составили ее менее чем за два месяца, опираясь на сделанные на участке находки). Это десятки фотопланшетов, близкая к полному размеру реконструкция полихромной мозаики (в ходе исследований их выполнено несколько, причем все — в масштабе, учитывающем каждую tessera) и др. Экспозиция (экспликации, этикетки, буклет, интерактивные экраны) говорила с посетителями на трех рабочих языках экспедиции: русском, арабском и английском (сейчас к ним добавился испанский). 18 января 2011 года Музейно-парковый комплекс, включая музеефицированный раскоп и экспозицию, осмотрели первые лица России и ПНА (Дмитрий Медведев, тогда президент РФ, и Махмуд Аббас, председатель ПНА).

Казалось, основные задачи выполнены. Но необходимо было продолжить изучение столь быстро полученного и обширного материала, а также развить экспозицию под открытым небом, для чего была специально оставлена незастроенной и не занятой насаждениями площадка к югу от старого раскопа. Этим мы и занимались следующие три сезона (2011–2013). Они преподнесли нам немало неожиданностей. Прежде всего, архитектурный комплекс внезапно закончился, галерея с цветной мозаикой оказалась его самой южной линией.

За мощной внешней стеной внезапно открылось совершенно иное пространство, ничуть не напоминавшее о монастырях и странноприимных домах. Это было странное нагромождение сооружений, напоминавшее современную ландшафтную инсталляцию в стиле хай-тек. Огромные ямы, окаймленные стенками из булыжников или обмазанные глиной, заполняли отходы керамического производства или, наоборот, совершенно лишённые керамики слои жирной глины и органического тлена иссиня-черного цвета (в раскрытом виде они напоминали не то о кругах ада, не то о романах Уэллса или Дойла). Их прорезали (и в них вторгались) неоднократно перестроенные и вторично использованные цистерны из тесаного камня с водонепроницаемой обмазкой; в промежутках «висели» одна над другой круглые печи разного размера и устройства, от мелких кухонных наземных тандури — до огромных, заглубленных в землю и выложенных кирпичом. К таковым явно относились сырцовые горны, в которых обжигали керамику; на сравнительно небольшом пространстве этих горнов не менее двух. О несомненном керамическом производстве говорит изобилие керамических шлаков и такие удивительные находки, как потерявший при обжиге форму, но целиком сохранившийся до наших дней кувшинчик с носиком типа кумгана.

Хронология на «производственном» участке оказалась гораздо сложнее. Верхние уровни несомненно относились к ранней исламской эпохе, еще

— Керамический сосуд исламского периода. VIII–X вв. н. э.



— Гирька, близкая по весу к половине унции (13,6 г) или трем золотым монетам (номизмам, солидам). VI-VII вв. н. э.



хранившей и развившей византийскую традицию. Но состав монет и керамики указывает, что мы уже недалеко от византийского уровня или даже вошли в него. Более того: в открывшихся просветах ниже уровня цистерн, сложных ям, печей и иных (не всегда пока понятных) инсталляций маняще проглядывают стенки из тесаного камня, принадлежащие предшествующей эпохе — хотя пока непонятно, какой именно (чекан Хасмонеев, Ирода и Рима представлен здесь ярко, а древнейшие монеты уходят глубже, дотягивая до эпохи эллинизма). На этих, далеко еще не законченных, участках археологию ожидает много открытий.

Предвижу вопрос: почему мы решили опубликовать книгу, не завершив полностью полевые работы? Да потому, что результат, не опубликованный вовремя, пропадет для науки. К тому же работы 2010 года в части продолжения дела, начатого более столетия назад архимандритом Антонином и экспедицией 1891 года, можно считать законченными: объекты заново изучены, обмерены, сфотографированы, интерпретированы; вещи выставлены в музее. Но и вокруг раскопа 1891/2010 годов еще много работы — что же касается древней «промзоны», то здесь до конца очень далеко, и впереди маячат такие соблазнительные темы, как легендарный иерихонский опобальзам (звучит похоже на коктейль Венечки Ерофеева, но никакого отношения к нему не имеет) — среди уже найденного есть немало намеков на возможную переработку продуктов сельского хозяйства и, как гипотеза, на производство этого широко известного античным авторам лечебного средства и благовония, секрет которого был утрачен еще в древности.

Тем временем перерыв в работах, в силу прекращения финансирования, затягивается. В 2014 году они уже не велись. Дальнейшая судьба экспедиции неясна. Поэтому мы обязаны издать уже собранное, пусть и находясь на половине пути. Надеемся, что такое издание станет своего рода организационным инструментом, а при необходимости и средством фандрайзинга для дальнейших исследований. Надеемся, что сформировать, на основе Иерихонской экспедиции и Музейно-паркового комплекса, базу дальнейших исследований все-таки удастся.

Древности Палестины занимают все больше места на археологической карте Византийской Империи. Россия имеет сейчас редкую возможность создать собственную научную школу на Святой земле (такие планы обсуждались еще в 1916 году). Российская археология уже начала движение туда, где на тесной археологической карте ей как будто специально оставлено место. Византийский Иерихон — отличное поле для включения в мировую науку, и развитие проекта — наша насущная, теперь уже вполне исполнимая, задача.

ЛЕОНИД БЕЛЯЕВ,
доктор исторических наук, член-корреспондент РАН,
Институт археологии РАН
Фото предоставлены Институтом археологии РАН



— Автор за работой. Рисование керамики, 2010 год

— Сосуд (амфориск) для масла или благовоний — один из видов продукции керамических горнов VI-VII вв. н. э.

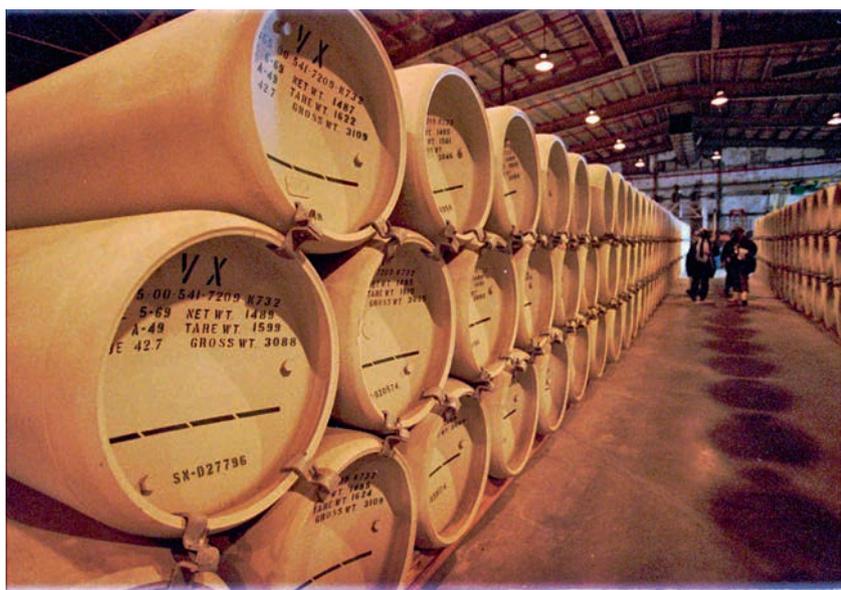
— Кувшин с полностью расписанной поверхностью. Исламский период, XII-XIII вв. н. э.



— Сотрудники иерихонской экспедиции на верхней террасе здания Музейно-паркового комплекса РФ, 2011 год

Российские ученые создали простой и высокоэффективный способ нейтрализации фосфорорганических соединений — основы большей части боевых отравляющих веществ. Противоядие с помощью нанотранспортера удается доставить непосредственно к месту действия яда и химически заблокировать его.

ОБМАНУТЬ ИММУННУЮ СИСТЕМУ И НЕ ОТРАВИТЬСЯ



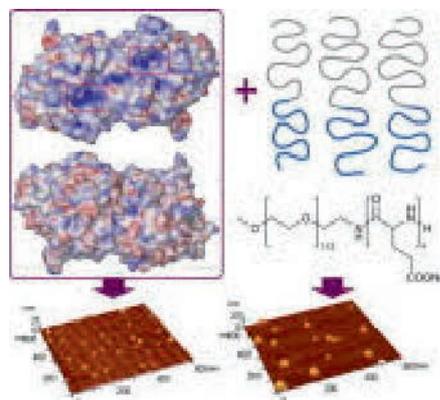
__Ввиду огромных запасов фосфорорганических отравляющих веществ новые средства химической защиты никогда не будут лишними

Начало этой истории нужно отнести к 1938 году, когда два немецких химика из крупного концерна IG Farben пытались получить эффективный пестицид, но создали боевое отравляющее фосфорорганическое вещество зарин. Оно и поныне часто используется террористами — достаточно вспомнить трагические события в токийском метро. Формула была немедленно передана в вермахт, и появились еще три печально известных вещества G-серии: зоман, циклозарин и табун.

Так появились первые фосфорорганические боевые отравляющие вещества. Уже после войны в Британии и СССР были созданы самые совершенные убийцы той же группы — нервно-паралитические газы VX и VR. Совсем недавно название VX снова всплыло на лентах новостей: именно им был отравлен брат Ким Чен Ына, Ким Ён Нам. Впрочем, пестициды на основе фосфорорганики тоже делают и делают — и они тоже представляют собой большую опасность. Как же действуют эти вещества?

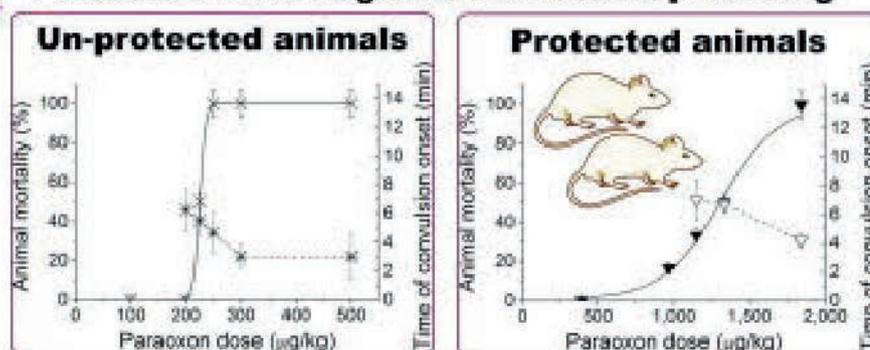
Здесь нужно немного рассказать, как передается сигнал от нейрона к нейрону. В месте соединения двух нейронов существует так называемый синапс, электрический сигнал через который передается химическим путем: нейрон-передатчик выпускает в синаптическую щель нейромедиаторы (например, всем известные дофамин или серотонин), они связываются с рецепторами на нейроне-приемнике — и сигнал бежит дальше. В двигательных нервах таким нейромедиатором является ацетилхолин. Избыток ацетилхолина гидролизует фермент ацетилхолинэстеразой — нельзя, чтобы нервный импульс шел бесконечно.

Вот на этот-то фермент и действуют фосфорорганические отравляющие вещества. Они блокируют работу ацетилхолинэстеразы, что приводит к параличу.



__Объединение фермента-противоядия с полимером (левая часть рисунка) кардинально повышает выживаемость в контрольной группе мышей, получивших смертельную дозу фосфорорганического яда

Protective effect against neurotoxic poisoning



Антидоты к ним начали разрабатывать давно. И успехи были, но, к сожалению, эти противоядия не гарантировали стопроцентный результат и требовали высокой дозы.

Ученые из МГУ под руководством энзимолога Елены Ефременко получили фермент органофосфатогидролазу, который очень эффективно блокирует действие нервно-паралитических ядов, но у него есть два серьезных недостатка. Первый из них связан с тем, что эта гидролаза — бактериальный фермент и воспринимается иммунной системой как чужеродное вещество, вызывая иммунный ответ, ослабляющий действие антидота. Более того, она сама по себе быстро выводится из организма. Второй — сама по себе органофосфатогидролаза не очень стабильна и способна разложиться всего за месяц при нулевой температуре.

И здесь на помощь пришла еще одна разработка российского ученого, химика из МГУ, уехавшего работать в Университет Северной Каролины и Университет Небраски, Александра Кабанова.

В 2010 году он совместно с профессором МГУ Натальей Клячко получил мегагрант и создал лабораторию по улучшению уже разработанных им так называемых нанозимов — наноразмерных полимерных мицелл, «транспортных емкостей» для доставки ферментов (энзимов) в мозг для лечения инсультов, болезни Паркинсона и других болезней.

«В 1980-х годах наша группа в Москве и независимо японские коллеги под руководством профессора Казунори Накаоки начали использовать полимерные мицеллы для доставки малых молекул в качестве лекарств. С тех пор область наномедицины переживает взрывной рост — сейчас такие наноразмерные агенты создают в сотнях лабораториях по всему миру», — комментирует Александр Кабанов.

Оказалось, что такие нанозимы, получающиеся самосборкой под действием электростатического взаимодействия фермента и полимера — идеальная оболочка для органофосфатогидролазы. Нанозимы позволяют транспортировать фермент к месту действия яда, «обманывая» иммунную систему. Кроме того, как оказалось, сама по себе нанозимная оболочка намного увеличивает срок хранения антидота — новый «упакованный» фермент прекрасно живет до трех лет.

Эксперименты уже подтвердили эффективность противоядия. Конечно же, на мышах. Животным вводили смертельную дозу VX или пестицида пароксона, а перед тем или сразу после вводили антидот. Выжили все животные, которым ввели пестицид, и 80% отравленных VX. В контрольной группе, разумеется, все животные погибли.

Оригинальное исследование опубликовано в Journal of Controlled Release под названием «Простой и высокоэффективный каталитический нанозимый нейтрализатор фосфорорганических нейротоксинов».

Как говорят ученые, новый препарат мог бы спасти Ким Ён Нама — в случае

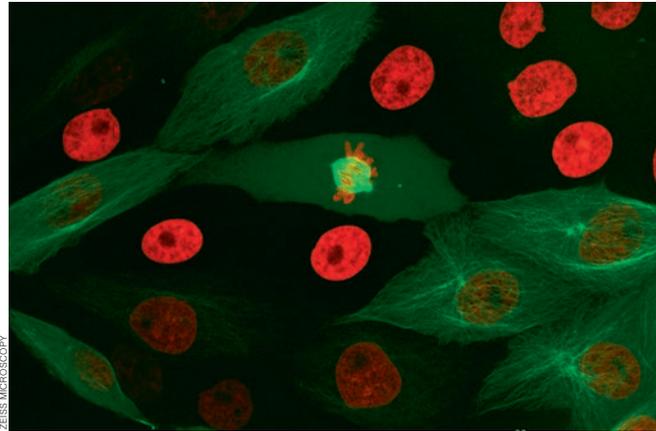
немедленного введения после отравления. Что гораздо более важно, он может спасти сотни тысяч людей, которые ежегодно умирают в мире от отравления пестицидами: нанозимы с ферментом лучше всего действуют после превентивного введения. А значит, их можно применять в качестве профилактического средства химической защиты.

АЛЕКСЕЙ ПАЕВСКИЙ

БИОХИМИЯ

Биохимики в 30 тысяч раз ускорили поиск молекул и клеток с заданными свойствами

Сотрудники Института биоорганической химии (ИБХ) РАН создали систему, которая позволяет изучать свойства живых клеток в 30 тысяч раз быстрее роботизированных станций. Роботы для поиска молекул и клеток с заданными свойствами «листают» огромные библиотеки биологических объектов. Новая идея возникла три года назад, когда Станислав Терехов из Лаборатории биокатализа ИБХ РАН предложил технологию, которая позволила бы быстро установить активность сотен миллионов новых ферментов, получаемых его коллегой Иваном Смирновым. Группа Смирнова занималась созданием и отбором биокатализаторов, ускоряющих реакции, для которых природных ферментов не существует. Приходилось тратить годы на получение хотя бы десятков нужных новых белков. При помощи метода фотолитографии исследователи из ИБХ РАН совместно с коллегами из Санкт-Петербургского академического университета и НИИ общей патологии и патофизиологии создали микрофлюидные чипы с каналами тоньше волоса для генерации эмульсионных капель. В эмульсионные капли помещались индивидуальные живые клетки, после чего их активность изучалась в МГУ им.



ZELISS MICROSCOPY

М. В. Ломоносова при помощи флуоресцентно-активированного клеточного сортера. Затем отобранные наиболее активные клетки анализировались как классическими молекулярно-биологическими, так и современными методами. «Мы получили примерно 108 капель в час и за день отбирали подходящие ферменты, — рассказывает Станислав Терехов. — Например, нам удалось улучшить фермент бутирилхолинэстеразу, которая не только связывала фосфорорганический токсин, но и могла его уничтожить. Впоследствии мы инкапсулировали бактериальные клетки, чтобы проследить, какие микроорганизмы являются ингибиторами роста бактерий золотистого стафилококка. Наш метод подходит для поиска новых лекарств на основе как ферментов, так и микроорганизмов, их метаболитов и других биообъектов». В исследовании также принимали участие ученые Казанского федерального университета, Сколковского института науки и технологий, МФТИ, Французской академии фармакологии (French Academy of Pharmacy) и Йельского университета (Yale University). Результаты опубликованы в журнале PNAS. Исследование поддержано Министерством образования и науки РФ грантом RFMEFI60414X0069.

ЛИМНОЛОГИЯ

В Байкале обнаружены автохтонные вирусы-бактериофаги

Ученые Лимнологического института в Иркутске подвели итог исследованию байкальских бактериофагов. Описаны автохтонные вирусы-бактериофаги, которые не встречаются в других водных экосистемах. Побочным результатом стало доказательство того, что Байкал остается одним из самых чистых водоемов мира, а среди водоемов его размера — самым чистым. В конце прошлого столетия внимание исследователей было обращено на высокую численность вирусобактериофагов, содержащихся в воде морей и океанов в количестве 108–10¹⁰ частиц в 1 мл воды. Фаги способны быстро размножаться, вызывая лизис бактерий, влияя на многие физиологические, биогеохимические и экологические процессы, осуществляют генетический перенос. А в силу своей многочисленности они оказывают крупномасштабное влияние на глобальные процессы в Мировом океане.

Обнаружились они и в пресноводных водоемах, в том числе в Байкале. Иркутские гидробиологи начали их исследование в 1997 году с колифагов. В 2002 году с использованием трансмиссионной электронной микроскопии они начали методичное исследование байкальских фагов, их размерной структуры, численности в разные сезоны на разных глубинах (до 1200 м) и на границах фаз (воздух—вода, вода—донные породы). И только спустя 20 лет с начала работ создана полная картина жизни байкальских вирусобактериофагов. Преобладают в Байкале фаги размерами 30–80 нм. Вторая по численности группа — крупные фаги больше 100 нм. Но особый интерес представляют обнаруженные в Байкале формы бактериофагов, которые отсутствуют в международной классификации и не описаны для других водных экосистем. Исследования байкальских фагов выявили уникальность некоторых из них, а это означает, что они представляют интерес как объекты медицинских и биотехнологических исследований. Попутно был расшифрован геном байкальского гигантского фага PaBG. Но сильнее впечатляет другой побочный результат. По данным иркутских ученых, численность свободных фаговых частиц в воде Байкала в различные сезоны года изменяется от 104 до 5,8 • 10⁵ частиц/мл. Минимум — зимой на глубине озера, максимум — летом в поверхностном слое. Пищей фагам, напомним, служат бактерии. Иными словами, в плане бактериального загрязнения зимой Байкал на 4–6 порядков (почти в миллион раз!) чище Мирового океана, а летом — в 50–100 раз.



ВЕРИТИКА ГОЛУБЬ

СТОМАТОЛОГИЯ

Проблема металлического наномусора при зубной имплантации

Ученые Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова и Института биоорганической химии РАН выяснили, что зубным имплантатам мешают прижиться металлические опилки с фрезы хирурга. В будущем году — 40 лет со дня первой Согласительной конференции дантистов-имплантологов (в прошлом году состоялась 13-я). Согласительные (Consensus Conference) они потому, что на них договариваются, что можно делать при установке зубных протезов, а что нельзя. Сам же метод живления в кости челюсти металлических винтов, на которые крепятся зубные протезы, старше. Первые такие операции провел в середине 1960-х годов шведский дантист Пер-Ингвар Бранемарк. А еще раньше, в 1940-е годы, в опытах на костях лап кроликов был



АЛЕКСАНДР КОРЯКОВ

найден металл, который не отторгался организмом — титан. С тех пор до совершенства доведены хирургические протоколы операций, материалы имплантатов, их форма, микрорельеф поверхности и т. д. Но риск «брака» по-прежнему присутствует. Пациенты грешат на непрофессионализм врача, врачи — на особенности организма пациента, и они вместе — на производителя имплантата. Все так, но московские стоматологи и биохимики выяснили еще одну причину. При моделирова-

нии операции дентальной имплантации они на разных ее этапах анализировали смывы с имплантатов. В них содержались наночастицы меди, железа, никеля, хрома, алюминия, титана и кобальта. Они находились в окисном слое дентальных имплантатов и в дальнейшем выделялись в периимплантационные ткани. Там они распознавались клетками иммунной системы и становились, таким образом, участниками процесса остеоинтеграции имплантата. Не благоприятствуя, понятно, приживлению имплантата, а препятствуя ему. Обнаружив «строительный мусор», ученые постарались выяснить, как он попадает в зону имплантации. Оказалось, что значительный процент наночастиц попадал с поверхности хирургических фрез в начале оперативного вмешательства. Теперь на очередной Согласительной конференции придется менять протоколы операций, чтобы материал фрез не мешал тканевой репарации.

БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

КРОВОТОК В БОЛЬНОМ СЕРДЦЕ МОЖНО ВОССТАНОВИТЬ ЛАЗЕРНЫМ ПРОКОЛОМ

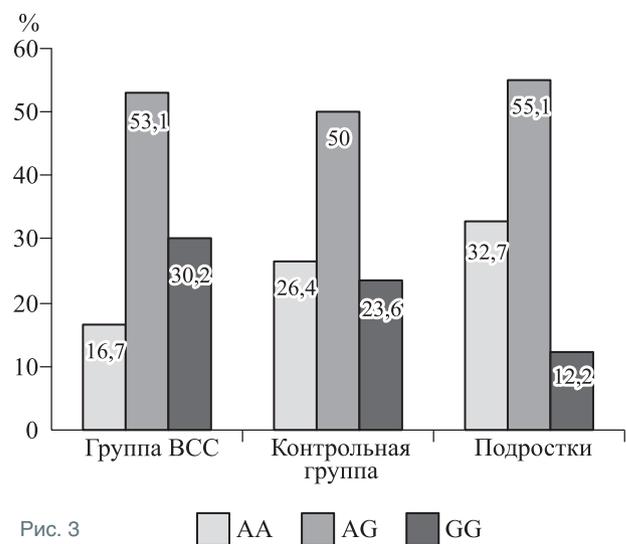
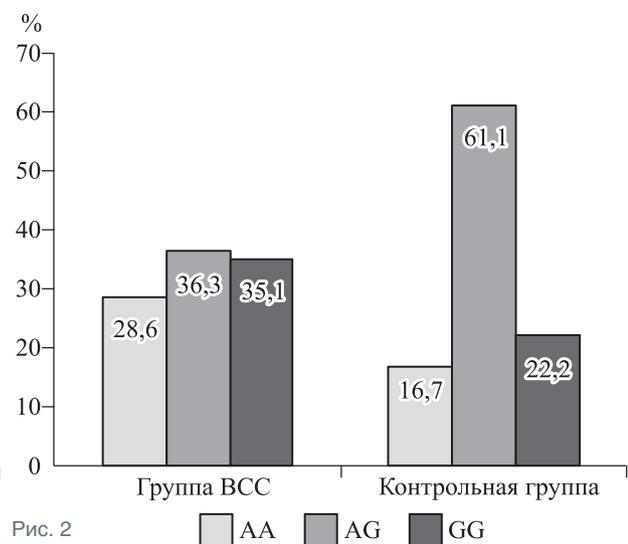
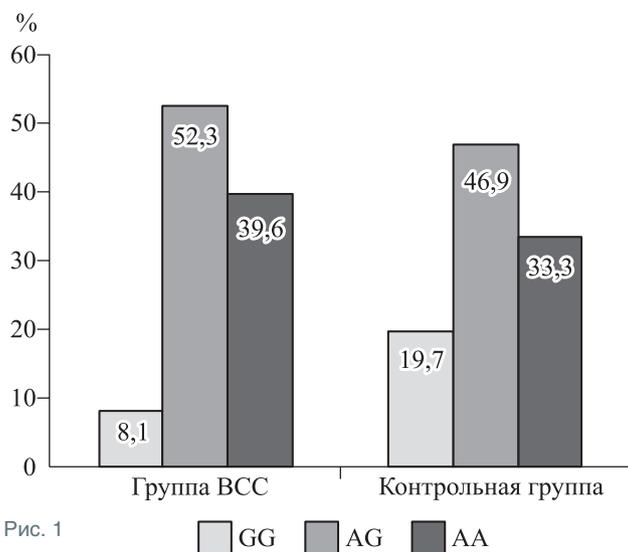
стр. 20

ЗДОРОВАЯ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СМЕРТЬ



«Мы победили!» — произнес Фидиппид, древнегреческий гонец, пробежавший почти 200 миль за два дня в 490 году до н. э. в Афинах, — и упал замертво. Увы, это регулярное явление: умирают молодые спортсмены, находящиеся под медицинским контролем: камерунец Марк-Вивьен Фоэ, бразильцы Уго Кунью и Сержинью, словенец Неджад Ботойнич, грузин Шалва Алхазава, венгр Миклош Фехер, украинец Андрей Павицкий. У безвременной смерти людей молодого и среднего возраста, не жаловавшихся ни на недомогание, ни на сердечные боли, не имевших истории сердечно-сосудистых заболеваний, вполне могут быть генетические причины.

— Генетические исследования позволяют обнажить причины внезапной сердечной смерти



Внезапная сердечная смерть на сегодняшний день является самым распространенным исходом сердечно-сосудистых заболеваний. Она определяется как летальный исход, наступивший по причине кардиальной патологии в течение одного часа (или 24 часов при отсутствии свидетелей смерти) с момента возникновения симптомов недомогания у лиц, состояние которых оценивалось накануне трагического события как стабильное и не вызывающее опасений (согласно определению Европейского общества кардиологов). Чаще всего внезапная сердечная смерть развивается на фоне ишемической болезни сердца, чуть реже на фоне нарушений ритма сердца и еще реже на фоне другой сердечной патологии. Умирают внезапной сердечной смертью преимущественно мужчины молодого и среднего возраста. Пик смертности наступает в возрасте около 40 лет. Выживаемость лиц, перенесших остановку сердца, невысока и достигает уровня в 20% при условии, что пострадавший находится в лечебном учреждении, где ему могут оказать грамотную реанимационную помощь. Более 50% лиц с сердечно-сосудистой патологией умирают внезапно. Однако еще большее количество умерших внезапной сердечной смертью не имеют выявленного сердечно-сосудистого заболевания, и тогда внезапная сердечная смерть становится первым и последним симптомом патологии сердца.

Какова же природа внезапной сердечной смерти? Внезапная сердечная смерть развивается при взаимодействии внешних (факторы окружающей среды) и внутренних факторов (состояние человеческого организма). В свою очередь, внутренние факторы можно разделить на модифицируемые (на которые можно повлиять) и немодифицируемые (факторы, которые мы, к сожалению, пока изменить не в силах). Совокупность всех этих факторов и рассматривается как предрасположенность к внезапной сердечной смерти. К внешним факторам можно отнести чрезмерное употребление алкоголя, курение, неправильное питание, которые предрасполагают к развитию сердечно-сосудистой патологии, приводящей, соответственно, к внезапной сердечной смерти. К внутренним модифицируемым факторам риска внезапной сердечной смерти относятся изменения биохимических показателей крови (увеличение концентрации общего холестерина, липопротеинов низкой плотности, триглицеридов, уменьшение концентрации липопротеинов высокой плотности, увеличение концентрации глюкозы плазмы крови натощак), повышение частоты сердечных сокращений, изменения ритма сердца, повышение артериального давления, увеличение массы тела. К немодифицируемым, но крайне важным факторам риска внезапной сердечной смерти относятся генетические факторы. Генетические факторы — это те факторы, которые сопровождают человека на протяжении всей его жизни и их нельзя изменить. Но знание о существовании генетической предрасположенности к внезапной сердечной смерти для конкретного человека необходимо, поскольку позволяет начать профилактические мероприятия по предотвращению внезапного летального исхода задолго до развития клинической картины не только самой внезапной сердечной смерти, но и сердечно-сосудистого заболевания, которое лежит в ее основе. Под генетическими факторами риска подразумевают изменения структуры молекулы ДНК — основы наследственности человеческого организма. Эти изменения (мутации) на молекулярном уровне могут быть представлены заменами одного нуклеотида на другой (однонуклеотидные замены/ полиморфизмы), вставкой одного или нескольких нуклеотидов (инсерции), удалением одного или нескольких нуклеотидов (делеции) цепочки ДНК. С точки зрения внезапной сердечной смерти в мире активно изучаются молекулярно-генетические маркеры внезапной сердечной смерти. НИИ терапии и профилактической медицины в течение последних 20 лет занимается поиском изменений структуры ДНК, которые могут быть факторами риска внезапной сердечной смерти. За эти годы в отношении внезапной сердечной смерти изучено более 30 однонуклеотидных полиморфизмов, делеций и инсерций генов. Получены результаты по связи ряда полиморфизмов генов с внезапной сердечной смертью.

Известны основные факторы риска и сердечно-сосудистые заболевания, лежащие в основе внезапной сердечной смерти. Поэтому сначала в отношении связи с внезапной сердечной смертью мы рассматривали однонуклео-

тидные полиморфизмы, которые выявлены как маркеры риска этих состояний в российских и зарубежных исследованиях. В результате показана ассоциация с внезапной сердечной смертью для молекулярно-генетических маркеров ишемической болезни сердца: rs1010 гена VAMP8, rs20455 гена KIF6, rs2298566 гена SNX19 и молекулярно-генетического маркера нарушения ритма сердца rs35594137 гена GJA5.

В мире исследования по поиску молекулярно-генетических маркеров внезапной сердечной смерти также довольно актуальны и распространены. В ряде таких исследований выявлены однонуклеотидные полиморфизмы генов, которые связаны с внезапной сердечной смертью. Однако необходима их проверка на пригодность для использования в качестве маркеров повышенного риска развития внезапной сердечной смерти в российской популяции, поскольку каждая этническая, популяционная, возрастная и половая группа имеют свои генетические особенности и нельзя слепо экстраполировать результаты зарубежных исследований на собственную популяцию. Мы изучили часть из выявленных в зарубежных исследованиях молекулярно-генетических маркеров и показали ассоциацию с внезапной сердечной смертью для полиморфизмов rs1799983 гена NOS3, rs10918859 гена NOS1AP, rs2228314 гена SREBF2, rs187238 гена IL18.

С развитием генетики, молекулярной биологии и биоинформатики в настоящее время становятся все более доступны современные высокотехнологичные методы молекулярно-генетического анализа, такие как секвенирование следующего поколения и полногеномные ассоциативные исследования. Эти методы позволяют в довольно короткий промежуток времени получить список молекулярно-генетических маркеров того или иного заболевания. И исследователям остается только проверить их рутинными методами с целью отобрать молекулярно-генетические маркеры, которые вносят основной вклад в развитие патологии. Таким образом, следующим этапом нашего исследовательского проекта стало проведение собственного полногеномного ассоциативного исследования внезапной сердечной смерти, которое позволило выявить список вероятных молекулярно-генетических маркеров внезапной сердечной смерти, большинство из которых ранее даже и не подозревались в причастности к ее развитию. На сегодняшний день из этого списка подтверждена ассоциация с внезапной сердечной смертью однонуклеотидного полиморфизма rs3508982 гена CAMK2B.

Таким образом, на сегодня мы имеем девять молекулярно-генетических маркеров, которые ассоциированы с повышенным риском внезапной сердечной смерти. Полученные данные крайне важны: в будущем они помогут определять индивидуальный риск и предупреждать развитие внезапной сердечной смерти, используя выявленные маркеры в комплексе с внешними и внутренними модифицируемыми факторами риска этого трагического исхода сердечно-сосудистой патологии, которая зачастую «молчит» на протяжении всей жизни человека.

Проблема ВСС пока далека от решения. В настоящее время изучены на ассоциацию с ВСС 154 гена, в каждом известны сотни мутаций и полиморфизмов. Однако не придумано еще способов интерпретации даже нескольких десятков генетических маркеров в виде надежной оценки индивидуального риска развития ВСС, не говоря уже о результатах секвенирования целого генома. Описаны случаи, когда у долгожителей находили мутации, которые считаются предрасполагающими к ВСС, однако у них они не реализовали своего патогенного потенциала. Большинство случаев ВСС относится к кате-

гории мультифакториальных. То есть к печальному исходу приводит неблагоприятное сочетание внешних факторов и наследственной предрасположенности. Простой, но очень важный показатель последней — семейная история: кто, чем из родственников болел, в каком возрасте и от чего умер. Если в семейной истории есть случаи внезапной смерти до 55 лет у мужчин и 65 лет у женщин, то это повод проконсультироваться с кардиологом с целью исключения/профилактики наиболее частых причин ВСС.

Мы находимся на этапе накопления знаний. Ученые многих стран работают над решением проблемы ВСС. Постепенно начинает использоваться в практике судебно-медицинской экспертизы молекулярная аутопсия, то есть в случае ВСС в молодом возрасте секвенируют экзом/геном с целью поиска причинных мутаций.

А пока ученые ищут ответы на сложные вопросы, гораздо более простые методы (ЭКГ, УЗИ) и правильная организация работы позволяют в разы снизить частоту случаев ВСС у спортсменов. Статистика показала, что в тех странах, где эффективно работает спортивная медицина, частота ВСС среди спортсменов ниже, чем в популяции.

ВЛАДИМИР МАКСИМОВ, доктор медицинских наук;
АНАСТАСИЯ ИВАНОВА, кандидат медицинских наук,
ФГБНУ «НИИ терапии и профилактической медицины»

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Группа умерших была сформирована по критериям Всемирной организации здравоохранения в 1999–2012 годах. Аутопсийный материал взят от 352 внезапно умерших жителей Октябрьского района города Новосибирска. Средний возраст умерших — 53,2±8,7 года, мужчин — 70,9%, женщин — 29,1%. В группу включены случаи смерти, наступившей в течение одного часа или — при отсутствии свидетелей — в течение не более 24 часов и, по данным аутопсии, имевшей сердечный генез. В группу не включались умершие с морфологическими признаками инфаркта миокарда или кардиомиопатий.

Группа контроля, 195 человек, была подобрана из жителей того же Октябрьского района Новосибирска. Отбор велся по базе ДНК, сформированной во время исследования HAPIEE (Health, Alcohol & Psychosocial Factors in Eastern Europe) и MONICA (Monitoring of Trends & Determinants in Cardiovascular Diseases). Мужчины составили 64,5%, женщины — 35,5%, средний возраст группы — 53,5±8,3 года. Была также подобрана группа подростков, учащихся общеобразовательных школ того же Октябрьского района Новосибирска: 14–17 лет, средний возраст 15,5±0,9 года, мальчики — 83,0%, девочки — 17,0%, базой для этой группы послужило исследование НИИ терапии и профилактической медицины Сибирского отделения Российской академии медицинских наук.

ДНК выделялась методом фенолхлороформной экстракции из аутопсийного материала, которым служили ткани миокарда, и из крови людей из контрольных групп. Выбор однонуклеотидных полиморфизмов основывался на последних данных зарубежных исследователей, в том числе полногеномных, в которых показана ассоциация ВСС с рядом однонуклеотидных полиморфизмов генов GPC5, CASQ2, NOS1AP, GPD1L на фоне ИБС.

Для проверки ассоциации с ВСС в русской популяции были отобраны полиморфизмы rs3864180 гена GPC5, rs3010396 гена CASQ2, rs10918859 гена NOS1AP, rs9862154 региона гена GPD1L. Детекцию полиморфизма rs3864180 гена GPC5 проводили методом полимеразной цепной реакции с последующим анализом полиморфизма длин рестриционных фрагментов. Генотипирование по полиморфизмам rs3010396 гена CASQ2, rs10918859 гена NOS1AP, rs9862154 региона гена GPD1L выполнено методом полимеразной цепной реакции в реальном времени на приборе AB 7900HT с использованием TaqMan-зондов (Applied Biosystems, США).

При статистической обработке результатов определены частоты генотипов и аллелей изучаемых однонуклеотидных полиморфизмов в группе с внезапной сердечной смертью и в контрольных группах и оценено — с использованием критерия хи-квадрат по Пирсону — соответствие частот генотипов равновесию Харди—Вайнберга в контрольной группе.

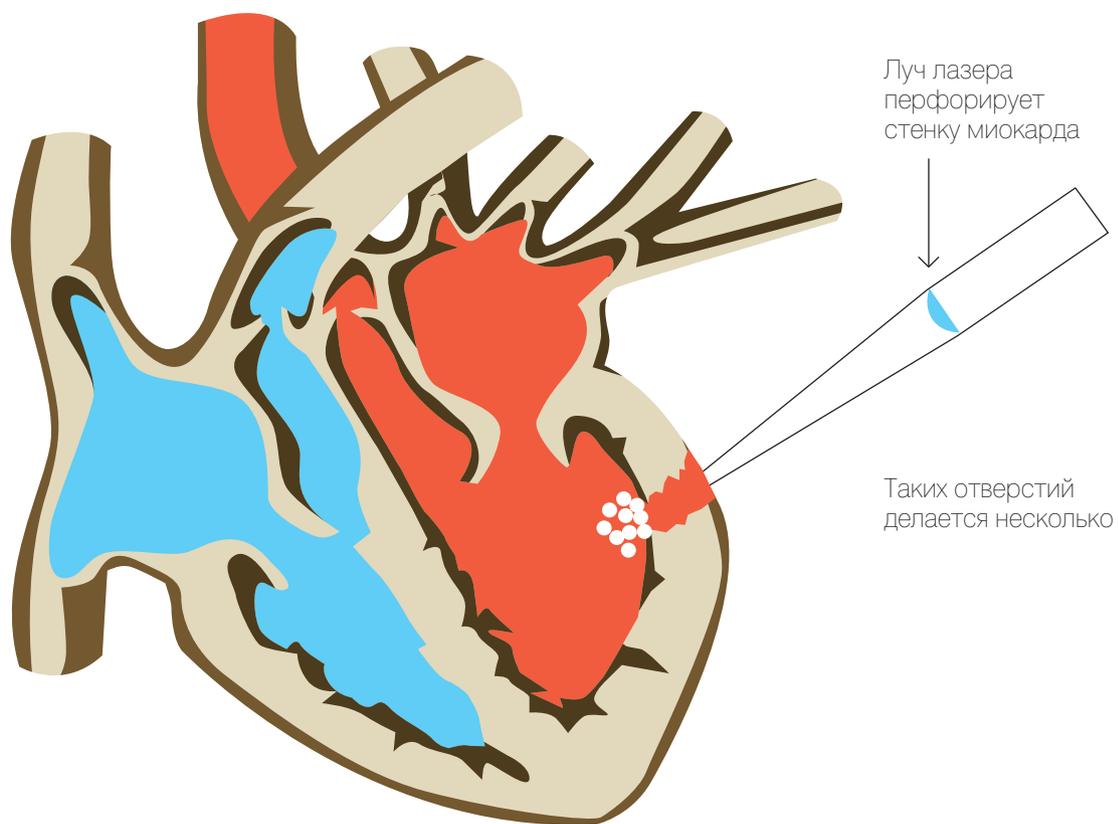
Относительный риск внезапной сердечной смерти по конкретному аллелю или генотипу вычисляли как отношение шансов с использованием точного двухстороннего критерия Фишера и критерия хи-квадрат по Пирсону. Далее в контрольной группе проводили анализ различий у носителей разных генотипов по нескольким показателям: систолическое, диастолическое, пульсовое давление, частота сердечных сокращений, уровень общего холестерина и липопротеидов низкой плотности, триглицеридов, индекс атерогенности, содержание глюкозы. Нормальность распределения значений показателей проверяли с помощью теста Колмогорова—Смирнова для одной выборки. В случае ненормального распределения значений использовали Н-тест Крускала—Уоллиса для двух и более выборок и U-тест Манна—Уитни для двух независимых выборок.

При разделении групп по возрасту был выбран рубеж 50 лет. Возраст старше 50 лет — один из факторов риска развития ишемической болезни сердца, наиболее частого субстрата для развития внезапной сердечной смерти. Таким образом, были условно разделены случаи внезапной сердечной смерти, в основе которых, скорее всего, лежит ишемическая болезнь сердца, и случаи внезапной сердечной смерти с другой патофизиологической основой.

Группа подростков включена в исследование с целью обнаружения возможной возрастной динамики частот генотипов и аллелей изучаемых полиморфизмов генов. Такой факт описан нами ранее для rs2228314 гена SREBF2.

ПРОСВЕТ В БОЛЬНОМ СЕРДЦЕ

Конечная стадия поражения сердечных артерий, как правило, нуждается в крупном хирургическом вмешательстве — аортокоронарном шунтировании: несостоятельные сосуды обходят «протезом». Однако в клинической практике есть и другой способ улучшить кровоток в ишемическом сердце: трансмиокардиальная лазерная реваскуляризация.



— Схема процедуры трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации миокарда

РОСТ ЧИСЛА ОПЕРАЦИЙ ТМЛР В МИРЕ

К 1995 году было сделано всего 300 операций ТМЛР в 25 медицинских центрах. В 1998 году Государственная экспертная служба (FDA) США дала разрешение на широкомасштабное применение технологии ТМЛР. В России также стали ее использовать в клинической практике. К концу 1998 года с использованием новых высокоэнергетичных CO₂-лазеров выполнено около 4 тыс. подобных вмешательств. К началу 2009 года выполнено более 25 тыс. операций. К 2016 году — более 40 тыс. (из них около 3200 в России).

Разработка началась еще в СССР

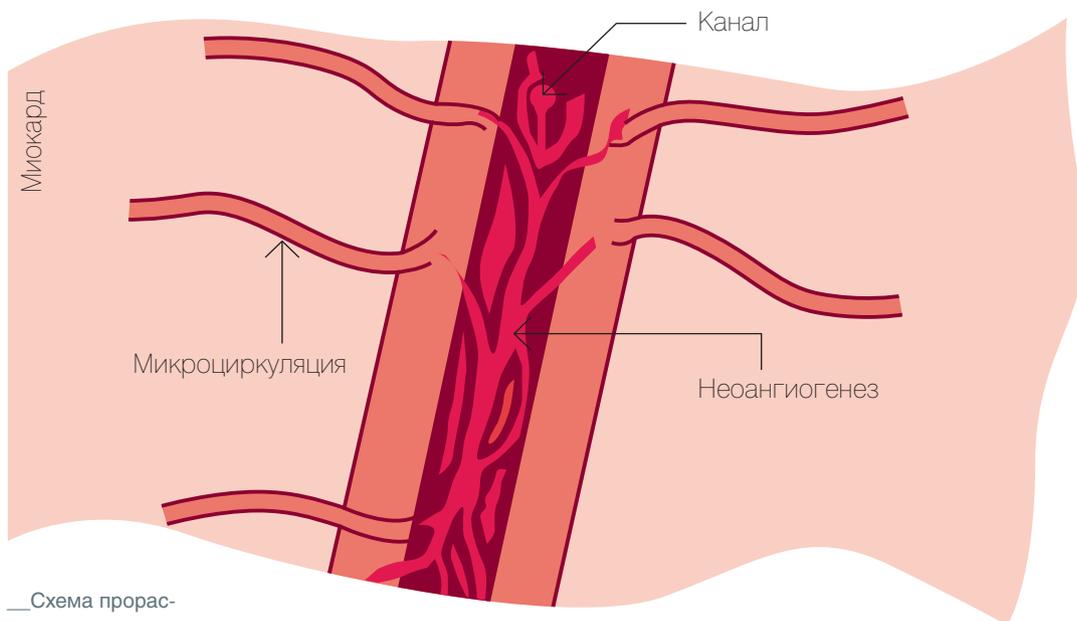
Лечение больных ишемической болезнью сердца (ИБС) с конечной стадией поражения коронарных артерий — один из самых сложных и драматичных разделов кардиологии. Ишемическая болезнь сердца — одна из основных причин смертности в мире. Несмотря на огромные успехи в традиционных методах медикаментозного и хирургического лечения ИБС, таких как аортокоронарное шунтирование и транслюминальная баллонная ангиопластика, все еще остается целый ряд больных, которым эти методы применить не удастся. Это, прежде всего, пациенты, у которых шунтирование коронарных артерий (АКШ) технически не представляется возможным. Сюда входят диффузные атеросклеротические поражения коронарных артерий, поражения дистального русла либо коронарные артерии небольших размеров, непригодные для наложения анастомозов и ангиопластики. Нельзя не сказать и о больных, у которых клиника стенокардии прогрессирует, а АКШ уже было выполнено и повторная операция невозможна из-за отсутствия кондуитов либо других причин. Вот почему огромное значение в настоящее время придается изучению альтернативных методов ревазуляризации и, в частности, трансмиокардиальной лазерной ревазуляризации миокарда (ТМЛР). Начало экспериментальным исследованиям положили работы Джозефа Верна (Joseph T. Wearn) 1933 года по изучению теоретической возможности поступления крови в миокард прямо из полости левого желудочка по специально созданному каналу. За основу принималась модель перфузии миокарда у рептилий, у которых система коронарных артерий отсутствует, а кровь доставляется из полости сердца в синусоиды.

Новый этап в развитии этого направления ревазуляризации миокарда начался в 1981 году работами М. Mirhoseini и М. Cayton. Они предложили высверливать каналы в миокарде с помощью CO₂-лазера для обеспечения возможности прямого попадания крови из левого желудочка в миокард. Выраженный клинический эффект этого метода на больных стенокардией стимулировал его активное изучение, развитие и клиническое применение.

Отечественные ученые начали заниматься проблемами ТМЛР много лет назад, фактически с 1980 года. Исследовательские работы по развитию метода ТМЛР велись группами ученых из Физического института Академии наук СССР и Кардиохирургической клиники г. Каунаса. В дальнейшем они продолжились в Челябинской кардиохирургической клинике.

Однако использовавшиеся лазерные установки — в основном разработки ФИАН РАН — были относительно маломощны. Поэтому, несмотря на некоторые обнадеживающие результаты, метод не нашел широкого клинического применения в кардиохирургической практике и работы в СССР были прекращены.

В зарубежных клиниках первые шаги в этом направлении стали предприниматься с 1983 года, но реально проблема стала изучаться после 1993 года, когда на очередном конгрессе сердечно-сосудистых хирургов в Барселоне трансмиокардиальная лазерная ревазуляризация официально была признана третьим альтернативным методом ревазуляризации миокарда. С самого начала там отнеслись к методу очень серьезно, были разработаны CO₂-лазеры, отвечающие самым высоким требованиям, несмотря на то что стоимость такой высокотехнологической установки была необычайно высока (около \$1 млн, без учета стоимости одноразовых расходных материалов).

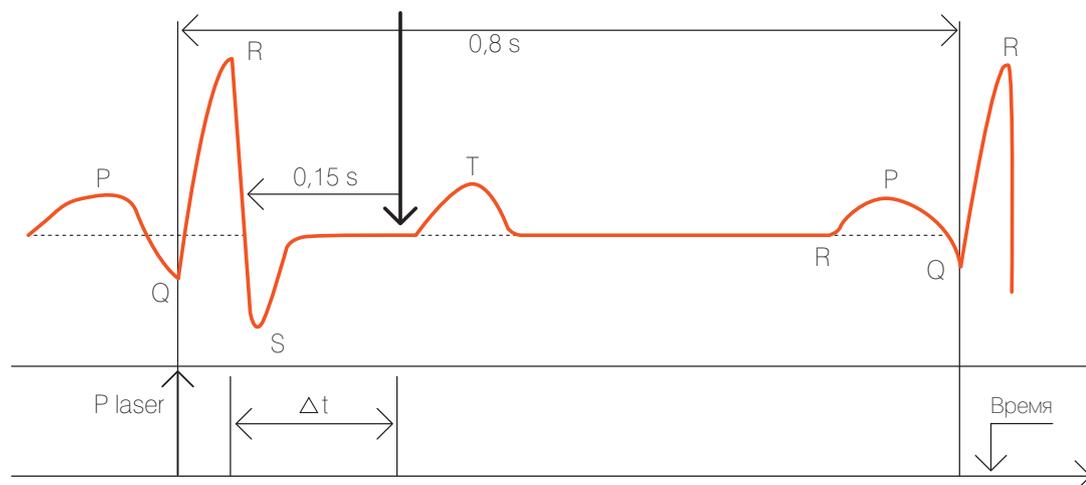


— Схема прорастания новых сосудов в миокарде после его перфорации лазерным импульсом

ЛАЗЕРЫ, ПРИГОДНЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТАНОВОК ТМЛР

Тип лазера	Модель и фирма-изготовитель	Длина волны,	Мощность,	Расходимость,	Тимп.,	Еимп.,
		мкм	Вт	мрад	мс	Дж
Эксимерные	XeF	0,351	250	7	40	10
	XeCl	0,308	200	10	10	2
Твердотельные	LDP-500, Laser Diode Products, США	1,06	500	20	10	5
	ЛТН-103, НПО «Полюс», Россия	1,06	250	18	8	2
	LAY-654, Toshiba Corp., Япония	1,06	600	25	15	9
CO ₂	KEL751, Laser Technique, Франция	10,6	600	3	—	—
	725, Coherent General, США	10,6	725	4	—	—
	«Перфофор», НИЦТЛ РАН, Россия	10,6	1000	0,8	10–150	7–100
	TLF-700 turbo, Trumpf, ФРГ	10,6	700	1	10–100	7–70

— Типичная электрокардиограмма сердца человека с указанием предпочтительного временного интервала Δt воздействия лазерного импульса между R- и T-пиками, $\Delta t < 0,15$ сек. В этот период сердце электрически нейтрально. P_{laser} — временная точка посылки сигнала синхронизации, Δt — регулируемое время задержки лазерного импульса



В начале 1996 года по инициативе директора Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, академика РАМН Л.А. Бокерия, было принято решение о начале использования трансмиокардиальной лазерной ревазуляризации в нашей стране. В Институте проблем лазерных и информационных технологий (ИПЛИТ) РАН начали разработку лазерной интеллектуальной медицинской установки на базе мощного (более 500 Вт) волноводного CO₂-лазера. Поскольку иностранное оборудование было чрезвычайно дорого, а у отечественных ученых в области лазерной физики был приоритет, было решено сконструировать собственную лазерную установку. И в том же 1996 году был создан первый отечественный образец высокоэнергетической ЭКТ-синхронизированной лазерной CO₂-установки («Геном-4»), первый образец кардиохирургических систем серии «Перфофор». Сразу же начались эксперименты на животных. А 27 апреля 1997 года в НИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева была выполнена первая операция ТМЛР на бьющемся сердце с помощью CO₂-лазера. Последовательная многоплановая разработка проблемы — как аппаратная, выполненная в ИПЛИТ РАН, так и медицинская, хирургического лечения больных ИБС с конечной стадией поражения коронарных артерий с помощью ТМЛР — началась в России в 1997 году. За этот период в НИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева были разработаны и внедрены такие операции, как изолированная ТМЛР, ТМЛР в сочетании с аортокоронарным шунтированием, ТМЛР с миниинвазивной ревазуляризацией миокарда, ТМЛР в качестве повторного вмешательства после аортокоронарного шунтирования, ТМЛР в сочетании с операциями на других сосудистых бассейнах (у больных с мультифокальным атеросклерозом), ТМЛР в сочетании с имплантацией искусственных водителей ритма и др.

Первые операции, как и на Западе, сопровождались высокой летальностью (до 15%). Решение широкого круга задач (не только технических) позволило значительно оптимизировать отбор больных и выработать показания к той или иной операции: это и выбор методов диагностики, и разработка принципиально новых топических методов определения зон лазерного воздействия и др. В результате госпитальная летальность на последних 2200 операциях составила лишь 1%, что в значительной мере превосходит результаты зарубежных клиник.

Впервые удалось раскрыть механизм улучшения состояния больных при ТМЛР уже на госпитальном этапе; в частности, удалось доказать, что это происходит за счет гибернированного миокарда. То есть улучшение перфузии определяет улучшение состояния больных при ТМЛР.

Новый метод проще и дешевле

В процессе операции по процедуре ТМЛР в толще сердечной мышцы левого желудочка с помощью мощного лазерного излучения создаются каналы, открывающиеся в полость сердца. Эти каналы способствуют восстановлению кровообращения в ишемизированных зонах миокарда и предотвращают развитие инфаркта миокарда.

Импульс лазера синхронизируется с сокращениями сердца с помощью ЭКГ, после чего производятся от 20 до 50 лазерных «выстрелов», в результате которых образуются трансмиокардиальные сквозные каналы.

После процедуры в течение послеоперационного периода каналы со стороны эпикарда закрываются самостоятельно.

Ишемизированные зоны миокарда определяются по серии предварительных исследований. В зависимости от размеров зоны ишемизации миокарда создается 20–50 каналов диаметром в 0,3–0,5 мм. Кровь через каналы поступает в артериальную сеть миокарда, обеспечивая зоны с низкой перфузией оксигенированной кровью. Созданные каналы со временем (через несколько месяцев) «зарастают», но они являются центрами, активно стимулирующими рост новых сосудов (процесс неангиогенеза). Вновь выросшие сосуды обеспечивают восстановление работоспособности некротических зон миокарда.

Операция проводится на работающем сердце без использования аппарата искусственного кровообращения, она относительно малотравматична. Время «лазерной» части операции не превышает 30 минут.

Метод ТМЛР проще, и существенно дешевле традиционной техники аортокоронарного шунтирования. Метод ТМЛР может быть весьма эффективен для тех пациентов, которым не показана операция байпасной хирургии или ангиопластики, а также для случаев, когда все другие методы оказались безрезультатны. К тому же многие специалисты твердо убеждены, что повторное байпасирование невозможно. В отдельных случаях возможно совмещение метода ТМЛР и байпасной хирургии.

Метод ТМЛР применим и в качестве экстренного хирургического вмешательства и зачастую является единственным способом спасти жизнь пациенту.

Лазеры для ТМЛР

В процессе разработки методов ТМЛР исследовательские группы США, Японии, Германии, Китая использовали такие источники излучения, как CO₂, Nd:YAG, Ho:YAG-лазеры.

Исследования последних лет показали, что оптимальной лазерной системой для создания каналов в сердечной мышце является CO₂-лазер мощностью несколько сотен ватт с длительностью импульса излучения 30–100 мс, синхронизованный с R-пиком кардиограммы пациента. Более высокая энергия в импульсе при малой расходомости позволяет прошивать отверстие в миокарде за один импульс, что значительно снижает вероятность появления аритмии по сравнению с многократным воздействием на сердце при применении лазеров других типов. К тому же длина волны CO₂-лазеров лежит в инфракрасной области спектра и хорошо поглощается в ткани сердечной мышцы.

Использование других лазеров с большой вероятностью ведет к возникновению жизненно опасной аритмии. Так, вероятность возникновения аритмии, по данным исследователей из Texas Heart Institute, составляет для CO₂-лазера 3%, для Ho:YAG-лазера 55%, для эксимерного лазера 67%. Успешно прошла клиническую апробацию и получает широкое распространение в мировой кардиохирургической практике американская медицинская система типа Heart Laser, разработанная фирмой PLC Medical Systems Inc. на основе технологического CO₂-лазера с быстрой аксиальной прокачкой и высокочастотным возбуждением фирмы Trumpf.

В России до 1997 года не выпускались CO₂-лазеры, пригодные для успешной лазерной реваскуляризации.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАЗЕРОВ «ПЕРФОКОР» И HEART LASER

Параметр	Heart Laser	«Перфокор»	«Перфокор-М»
Производитель	PLC Medical Systems	ИПЛИТ РАН	ИПЛИТ РАН
Страна	США	Россия	Россия
Длина волны излучения, мкм	10,6	10,6	10,6
Энергия в импульсе, Дж	5–80	5–150	5–150
Длительность импульса, мсек.	1–99	2–250	2–250
Структура излучения	одномодовая; +30% др. мод	одномодовая; + 10% др. мод	одномодовая чистая
Средняя потребляемая мощность, кВт	2	1	0,8
Технический КПД, %	7	10	11,5
Расход газовой смеси, н. л./час	60	<1	<0,5
Вес, кг	952	260	190
Манипулятор	семизеркальный Laser Mech	семизеркальный Laser Mech	семизеркальный отечественный
Диагностическая система перфорации тканей в реальном времени	нет	нет	есть
Система дистанционного мониторинга	нет	нет	есть
Год начала выпуска	1995	1997	2009
Цена, тыс. долл. США	750	250	200; 150 при малой серии в год 5 штук

Система «Перфокор» не имеет аналогов ни в России, ни Европе, а по техническим характеристикам не уступает американской системе Heart Laser фирмы PLC Medical Systems — причем по некоторым показателям (энергетическая эффективность, качество излучения, весогабаритные характеристики, стоимость) даже превосходит ее

Отечественная система «Перфокор»

Сейчас на базе специально разработанного в ИПЛИТ РАН мощного волнового CO₂-лазера с воздушным охлаждением киловаттного уровня мощности созданы интеллектуальные лазерные медицинские системы серии «Перфокор». Они включают компьютеризованную систему управления, систему синхронизации лазерного импульса по ЭКГ пациента и запись параметров операций. В настоящее время уже существует система серии «Перфокор» второго поколения, установка «Перфокор-М». В ней использованы последние достижения лазерной физики и информатики.

Система «Перфокор» не имеет аналогов ни в России, ни в Европе, а по техническим характеристикам не уступает американской системе Heart Laser фирмы PLC Medical Systems — причем по некоторым показателям (энергетическая эффективность, качество излучения, весогабаритные характеристики, стоимость) даже превосходит ее.

Недавно сотрудники Института сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Илья Берешвили и Владислав Панченко подвели итоги 18-летнего исследования, в ходе которого выявляли различия в результатах аортокоронарного шунтирования (АКШ, первая группа) и аортокоронарного шунтирования в сочетании с трансмиокардиальной лазерной реваскуляризацией (ТМЛР, вторая группа) у больных с диффузным поражением коронарных артерий. Материалы гистоморфологического исследования были сопоставлены с клиническими результатами — госпитальной летальностью и серьезными неблагоприятными исходами.

В первой группе госпитальная летальность составила 12,1%, во второй — 1,15%, серьезные неблагоприятные исходы в первой группе выявлены в 33% случаев, во второй — в 2,3% случаев. Во всех случаях группы АКШ был выявлен спазм и тромбоз шунтов и коронарных артерий, ставшие основной причиной смерти. Ни в одном из исследованных сердец в группе ТМЛР в зонах лазерного воздействия не выявлен «парадоксальный спазм» и тромбоз коронарных артерий и не наблюдался инфаркт миокарда. Значительное уменьшение госпитальной летальности и серьезных неблагоприятных исходов в группе ТМЛР исследователи объясняют лазер-индуцированной дилатацией сосудов микрососудистого русла миокарда. Повышенное сопротивление микрососудистого русла уменьшает возможность эффективного функционирования шунтов и восстановление миокардиального кровотока.

ВИКТОР ВАСИЛЬЦОВ, доктор технических наук, заведующий лабораторией термических лазерных технологий ИПЛИТ РАН;
ВЛАДИСЛАВ ПАНЧЕНКО, доктор физико-математических наук, академик РАН, директор ИПЛИТ РАН;
ВАЛЕРИЙ УЛЬЯНОВ, кандидат физико-математических наук, заместитель директора ИПЛИТ РАН по научной работе

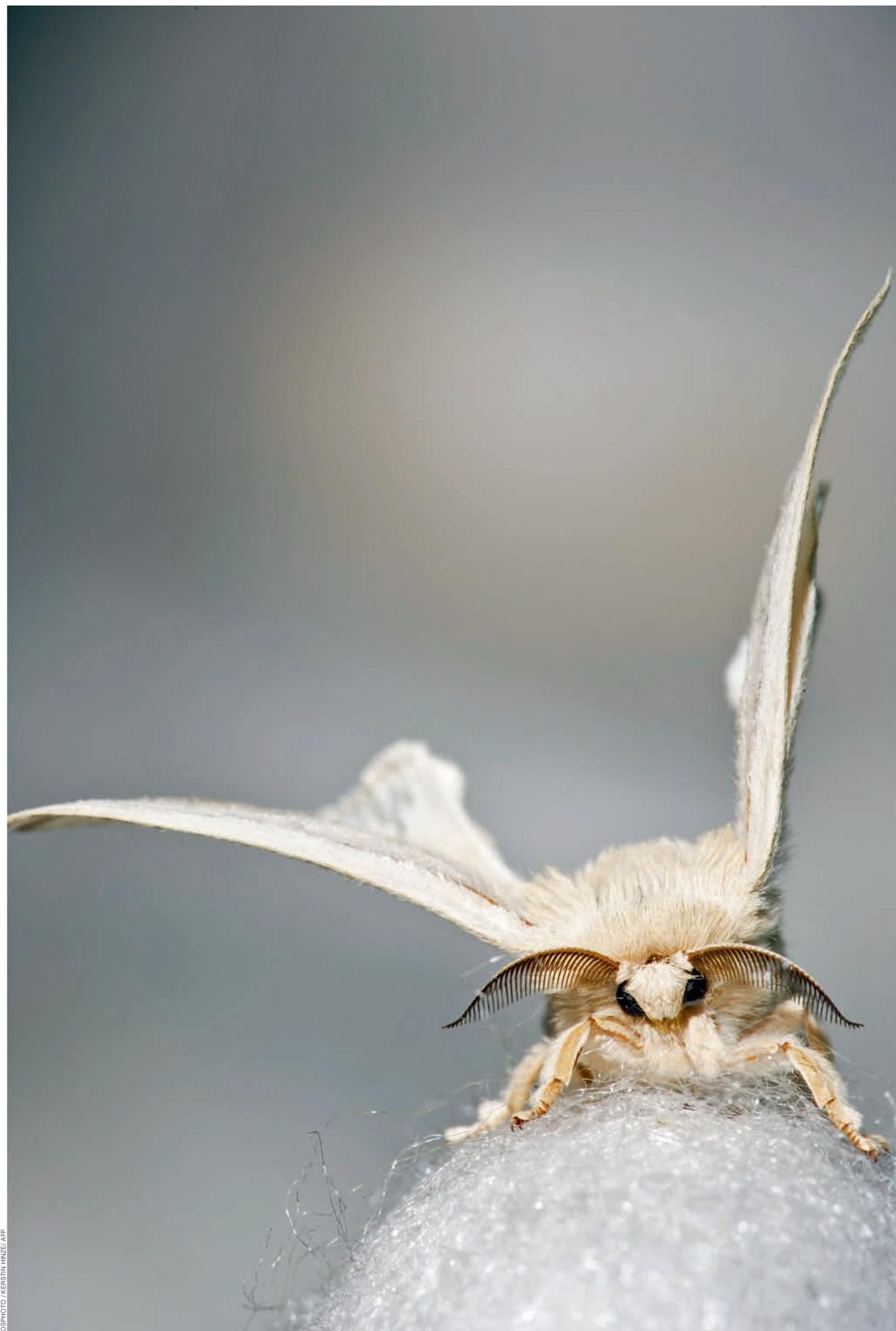
ТИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ ТМЛР ФОРМИРУЕМОГО КАНАЛА

	CO ₂	Er:YAG	Ho:YAG	Nd:YAG	XeCl
Длина волны, мкм	10.6	2.94	2.08	1.44	0.308
Длительность импульса	50 мс	800 мкс	600 мкс	500 мкс	150 нс
Энергия в импульсе, Дж	15-40	0.3	1-2	1-2	20-40 мД
Частота импульсов, Гц	Моноимпульс	100	5-20	5-20	40
Максимальная скорость абляции за импульс, мм	37	1.24	1.5		
Время формирования канала	50 мс		4-8 с	4-8 с	4-8 с
Способ передачи излучения	Манипулятор	ZrF4 волокно	Кварцевое волокно		
Усилие на волокне, г	-	60	35		80
Диаметр канала, мм	0.0. 1-0.2	0.3-1	0.5-1	0.0- 1-0.3	0.5-1
Зона термического влияния, мм	≥300	100-200	~ 300	~ 350	~ 50
Давление ударной волны, МПа	~ 3	~ 9	~ 10	~ 10	~ 500
Геометрия канала	Гладкий канал	Канал с рваными стенками			

СПРЯСТЬ ЗАПЛАТКУ ДЛЯ КИШЕЧНИКА

Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова и Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского создали и успешно испытали на животных трансплантаты для кишечника из белка шелка тутового шелкопряда фиброина, заселенные стволовыми клетками костного мозга.

— Белок шелка тутового шелкопряда *Bombyx mori* обладает целым рядом уникальных свойств, делающих его незаменимым в медицине



BIOPHOTO / KERSTIN HINZEL/AP

Матрикс трансплантата

Трансплантация донорских тканей и органов сопряжена с рядом трудностей, главная из которых — нехватка донорского материала. Дефицит донорских тканей и органов стимулировал развитие тканевой инженерии, разрабатывающей биоискусственные заменители донорского материала. Основа таких заменителей — каркасы (скаффолды), имитирующие бесклеточную составляющую соединительной ткани. На поверхности скаффолдов размножаются и дифференцируются тканеспецифичные клетки, в результате чего формируется ткань, близкая по свойствам к утраченной.

Первые попытки заселить скаффолды клетками относятся к 1980-м годам, когда для выращивания ткани кишечника на биоразлагаемых полимерах были использованы энтероциты. Тогда же возник вопрос об использовании в регенеративной медицине стволовых клеток различного происхождения. Дальнейшие исследования показали, что стволовые клетки, циркулирующие в кровяном русле, и стволовые клетки костного мозга могут дифференцироваться в разные типы клеток: гепатоциты, эпителиальные клетки кожи и клетки желудочно-кишечного тракта. Это позволило высказать предположение о целесообразности использования стволовых клеток в тканеинженерных конструкциях.

Сегодня в практике регенеративной медицины источником клеток, формирующих ткань таких конструкций, служат как уже дифференцированные (зрелые) клетки, мигрирующие из окружающих тканей, так и прогениторные клетки-предшественники, то есть та разновидность стволовых клеток, которые уже нацелены на дифференцировку в определенный вид клеток.

Опасности «золотого стандарта» кишечной трансплантологии

Одна из серьезных медицинских проблем — последствия удаления части кишечника. Обширная его резекция приводит к нарушению всасывания питательных веществ и жидкости, развивается диарея, обезвоживание и прогрессивное истощение. На сегодняшний день наиболее реальной помощью пациентам, нуждающимся в обширной резекции кишечника или страдающим от ее последствий, является трансплантация тканеинженерного кишечника.

«Золотым стандартом» таких операций считается использование имплантатов на основе ксеногенного децеллюляризованного тонкого кишечника (из которого удалены все клетки и сохранен внеклеточный матрикс). А ксеногенным (чужеродным) донорский орган называют потому, что его берут у животных, обычно у свиньи.

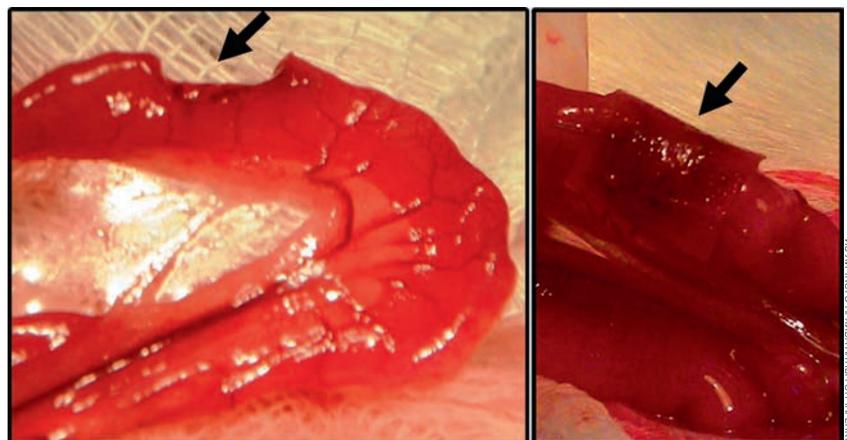
Однако данный метод связан с риском заражения организма реципиента патогенами из биоматериала трансплантата. В качестве доноров используют беспатогенных животных, но так можно избежать только бактериального инфицирования, но не риска инфицирования эндогенными ретровирусами свиньи (PERV) и свиного цитомегаловируса (PCMV), способными заражать клетки человека.

Представляют опасность и вирусы, пока циркулирующие только у животных, например, свиные цирковирусы типов 1 и 2, вирус, вызывающий репродуктивно-респираторный синдром, свиной вирус энцефаломиокардита, вирус свиного гриппа, вирус африканской лихорадки, вирус гепатита E, вирус герпеса, парвовирусы и свиные полиомавирусы. Вирусы могут приобретать новые свойства при трансплантации вследствие мутаций и рекомбинации с человеческими вирусами.

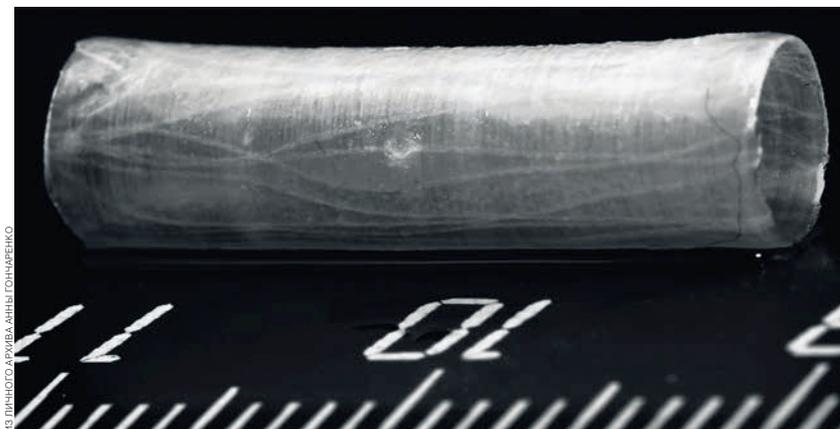
В связи с этим постоянно ведется поиск материалов для тканевой инженерии кишечника.

Идеальный матрикс

Одним из перспективных материалов для создания биоискусственных тканей является фиброин — каркасный белок шелка тутового шелкопряда Bombyx mori. Шелк широко используется в медицине в качестве шовного материала и обладает рядом уникальных свойств — механической прочностью, биосовместимостью с тканями организма (не вызывает иммунологического отторжения, не токсичен) и, что очень важно, способностью к биорезорбции, то есть со временем он разрушается клетками организма и продукты его распада естественным образом метаболизируются организмом. Ряд исследований показал, что фиброин является хорошим субстратом для закрепления на нем (адгезии) и разрастания (пролиферации) разных типов



— Скаффолд (каркас) имплантата из белка шелка тутового шелкопряда — фиброина, из которого выкраивают «заплатки» для кишечника



ИЗ ЖУРНАЛА «БИОТЕХНОЛОГИИ» ГОРЧАРЕНКО

клеток, и на его основе возможно создание скаффолдов разной структуры, заданных форм и размеров.

На биологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова в сотрудничестве с хирургами Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М.Ф. Владимирского был проведен ряд успешных экспериментов по использованию фиброинового скаффолда, предварительно заселенных (витализированных) стволовыми клетками костного мозга для регенерации стенки тощей кишки на модели травмы стенки тощей кишки крысы.

У экспериментальных животных вырезали фрагмент тощей кишки размером 0,8 на 0,6 см, а на место удаления вшивался фиброиновый имплантат со стволовыми клетками костного мозга. Все животные после операции выжили. А когда через несколько месяцев был проведен гистологический анализ области трансплантации, то место операции можно было обнаружить только по остаткам не рассасывающегося шовного материала.

В области имплантации произошло полное восстановление всех слоев кишечника, формирование слизистой с многочисленными криптами и ворсинками, мышечного слоя поперечными и продольными волокнами, необходимого для перистальтики кишечника, и с кровеносными сосудами. А самое удивительное, что наблюдали исследователи, — это восстановление иннервации кишечника, формирование нервных волокон и нервных сплетений, что ранее считалось недостижимым.

Таким образом, имплантаты из фиброина шелка показали себя идеальным матриксом, обеспечивающим герметичность кишечника и благоприятные механические и физиологические условия для репаративных процессов.

Новые трансплантаты — новые вопросы

Можно предположить, что в формировании заново тканей на месте повреждения участвовали как стволовые клетки, внесенные в тканеинженерную конструкцию, так и мигрировавшие сюда из неповрежденных участков тканеспецифичные клетки. Но возможность формирования нейронов de novo в регенерированной ткани до сих пор является спорной.

До недавнего времени возможность нейрогенеза во взрослом организме категорически отрицалась, пока исследования убедительно показали существование в определенных участках мозга стволовых нервных клеток с митотической активностью, то есть делящихся, а следовательно, размножающихся.

Но если с существованием стволовых нервных клеток в нервных тканях ученые легко согласились, то возможность формирования нейронов эктодермального происхождения из стволовых клеток костного мозга мезенхимального происхождения по-прежнему оспаривается.

Эктодерма — это наружный зародышевый листок, из которого формируются эпидермис кожи и нервная система, мезодерма — средний зародышевый листок, дающий начало скелету, мышцам и внутренним органам, а внутренний зародышевый листок энтодерма превращается в клетки, выстилающие изнутри кишечник. Согласно догмату эмбриологии границы между ними нерушимы в ходе развития организма.

Правда, уже есть работы, описывающие не только дифференцировку мезенхимальных стволовых клеток в мезенхимальные клетки, но также в клетки нейроэктодермы и энтодермы. Кроме того, из человеческого кишечника и кишечника грызунов были выделены популяции мультипотентных стволовых клеток, способных дифференцироваться в нейроны и клетки глии. А это значит, что существует по крайней мере гипотетическая возможность нейрогенеза de novo из стволовых клеток костного мозга или из стволовых клеток кишечника, объясняющая столь поразительный успех использования фиброинового скаффолда, заселенного стволовыми клетками костного мозга.

Таким образом, создание новой тканеинженерной конструкции и демонстрация ее возможностей в регенерации кишечника, с одной стороны, открывает перспективы практического использования скаффолдов на основе фиброина в трансплантологии, а с другой — открывает новое направление исследований: поиск новых механизмов регенерации ткани кишечника и роли стволовых клеток в этом процессе.

АННА ГОНЧАРЕНКО,
кандидат биологических наук, МГУ им. М.В. Ломоносова

— Регенерация стенки тощей кишки крысы с помощью «заплатки» из фиброинового каркаса, витализированного стволовыми клетками костного мозга. Слева — кишечник с удаленным овальным фрагментом. Справа — овальное отверстие закрыто фиброиновым имплантатом, который через три недели разрушается, и на его месте формируется полноценная стенка кишечника

ОБЪЕДИНЕНИЕ НАУЧНЫХ СОЛОННИКОВ

ФОТОХИМИЯ

Фотокаталитические свойства гидроксипатита получили объяснение

Гидроксипатит, основная минеральная составляющая костей, в последнее время стал применяться, чтобы минимизировать воздействие тяжелых металлов на окружающую среду: после термической обработки под воздействием солнечного света он становится фотокаталитически активным и разлагает опасные химические вещества в воздухе, воде и почве. Механизм этого процесса объяснила группа ученых под руководством д. ф.-м. н. Владимира Быстрова из Института математических проблем биологии РАН. По их данным, на свойства гидроксипатита влияют дефекты кристаллической решетки. Ученые моделировали процессы, которые происходят при высокотемпературной обработке и дальнейшем облучении гидроксипатита солнечным светом, и установили корреляцию концентрации вакансий кислорода в решетке с изменениями ширины запрещенной зоны (минимальной энергии, необходимой электрону для отрыва при поглощении кванта излучения). Именно этот процесс и делал материал катализатором, «магнитом» для загрязнений: ультрафиолетовое облучение приводит за счет поглощения фотонов к генерации электронно-дырочных пар, они-то и участвуют в каталитических процессах. В необработанном гидроксипатите все вакансии связаны с атомами кислорода из группы ОН. Запрещенная зона имеет значение 5 эВ (коротковолновой ультрафиолетовый диапазон). Солнечное излучение с такой длиной волны поглощается атмосферой, каталитические процессы не запускаются, поэтому обычный гидроксипатит не фотокаталитичен. При обжиге с температурой 1000°C в гидроксипатите образуются вакансии кислорода в фосфатных группах. Это дает запрещенную зону порядка 3,45 эВ. Здесь уже достаточно фотонов солнечного света в видимом диапазоне для того, чтобы материал стал фотокаталитически активным. Результаты моделирования также предсказали, что вакансии только целой группы ОН может привести к широкой запрещенной зоне в области спектра 2,4–1,6 эВ. Если экспериментаторам удастся получить такие дефекты, появится новый фотокатализатор.

ЭКОЛОГИЯ

Как переработать радиоактивные донные отложения

Специалисты госкорпорации «Росатом» предложили эффективный метод переработки радиоактивных донных отложений, обеспечивающий экологически безопасное их хранение. В связи с развитием атомной энергетики и масштабным производством радиоактивных изотопов все более актуальной является нейтрализация радиоактивных отходов, в частности, загрязненных радионуклидами донных отложений. Геохимическая роль донных отложений двойка — они могут как депонировать радионуклиды (и способствовать самоочищению воды), так и десорбировать их (загрязнять воду). Однако неправильно полагаться на природные процессы самоочищения. Поэтому в странах с развитой атомной индустрией серьезно относятся к этой проблеме и разрабатывают соответствующие технологии. Существует способ переработки жидких отходов, содержащих радионуклиды,



который заключается в окислительной обработке посредством озонирования в присутствии катализатора. Иногда жидкие отходы вначале отверждают и сушат, а получившийся твердый материал проходит обработку при 1350-1500°C. Для этих двух и прочих способов характерна трудоемкость процесса и потребность в сложном оборудовании. Суть предложенного специалистами «Росатома» нового способа состоит в смешении отходов с веществом, обеспечивающим их заключение в керамическую магний-калий-фосфатную матрицу (МКФ-матрица).

При микроскопическом исследовании шлифа МКФ-матрицы с включенными донными отложениями на участке, близком к поверхности образца, видно, что в поре, имеющей выход на поверхность, наблюдается рост кристаллов, постепенно ее заполняющих. Процессы формирования новообразований происходят в основном за счет внутренней перекристаллизации. Таким образом, в процессе длительного нахождения под водой отвержденной МКФ-матрицы с радиоактивными отходами на ее поверхности и в поверхностных порах материала интенсивно происходят процессы образования новых кристаллических фаз. Это приводит к упрочнению и снижению пористости МКФ-матрицы. В целом происходящие техногенные процессы подобны формированию более стабильных новообразованных кристаллических фаз в геологической среде, что подтверждают данные по низкой скорости выщелачивания радионуклидов из образцов донных отложений, отвержденных в МКФ-керамику.

ИССЛЕДОВАНИЯ

НОВЫЙ СПОСОБ РЕШЕНИЯ
ГЛАВНОЙ ПРОБЛЕМЫ
СОВРЕМЕННОЙ ГАЗОХИМИИ

стр. 30



ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Новый механизм ориентации космических аппаратов

Российские исследователи разработали магнитную систему ориентации малых и сверхмалых космических аппаратов.

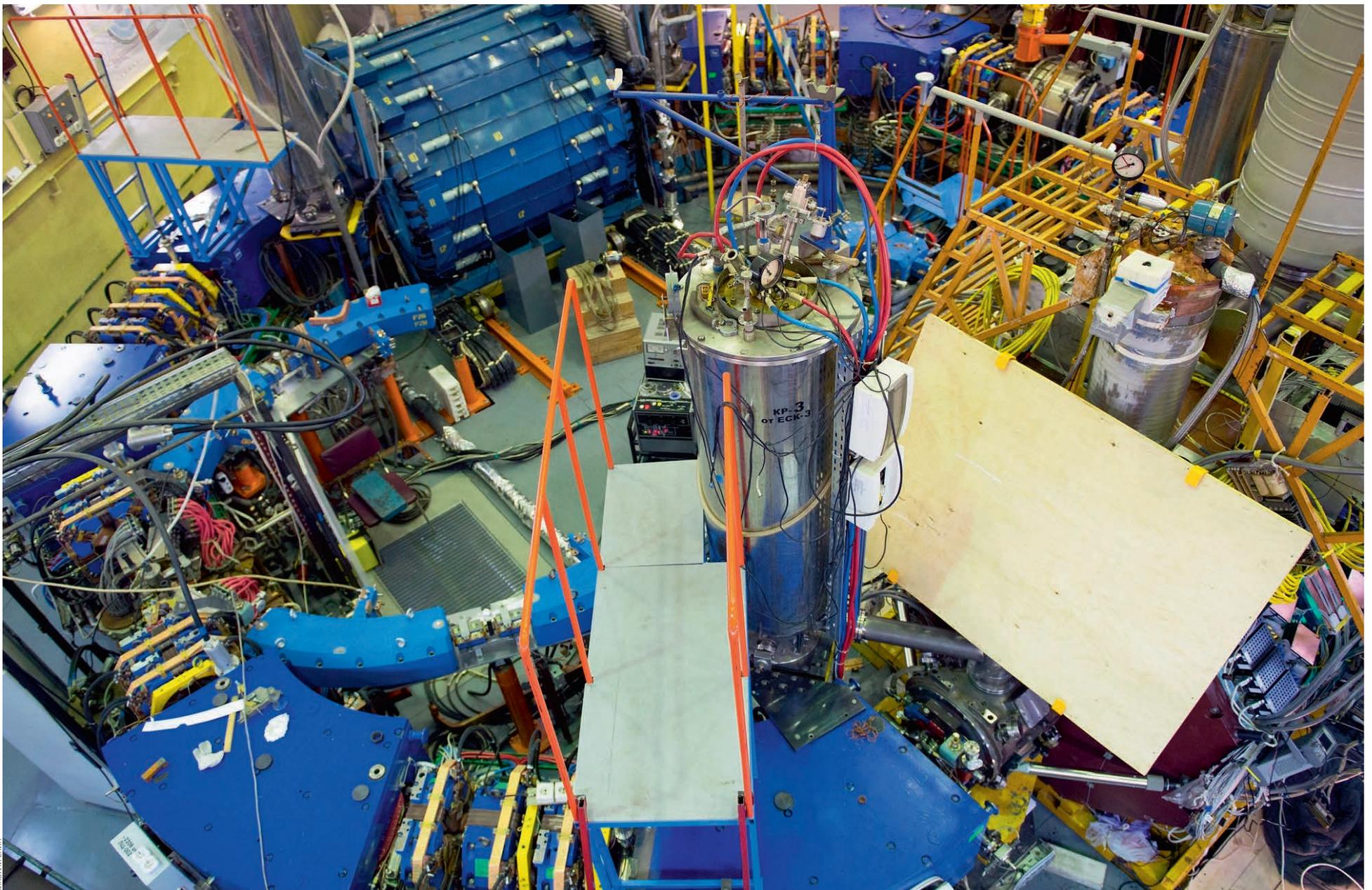
Малые космические аппараты (МКА) массой 50–150 кг недавно стали пользоваться повышенным спросом. Важная составная часть как МКА, так и любых спутников, — система для трехосной ориентации, она необходима для точности астро- и геофизических исследований, а также для целевого дистанционного зондирования Земли. Кроме того, для долгой и благополучной работы МКА системы ориентации должны расходовать как можно меньше энергии, не теряя эффективности. Для контроля и ориентации МКА, как правило, используются пассивные системы управления, использующие внешние по отношению к МКА факторы: давление солнечного излучения, магнитные или гравитационные поля и проч. Особое место среди пассивных систем занимают системы управления

с магнитными датчиками и магнитными исполнительными органами (МИО). Бортовые датчики — магнитометр, датчик угловой скорости, солнечный датчик — определяют параметры ориентации МКА и передают их в МИО.

Московский авиационный институт совместно с ОАО «Научно-исследовательский институт электромеханики» разработал новый механизм МИО, служащий для ориентации не только малых, но и сверхмалых космических аппаратов. Механизм отличается более совершенной системой сброса кинетического момента, то есть минимизацией произвольного вращения МКА, эксплуатирующегося на круговой орбите на высоте 450–650 км. Поскольку несколько зарубежных компаний уже занялись серийным выпуском МИО, а отечественных аналогов по-прежнему немного, российские ученые поставили задачу оптимизировать состав комплектующих и организовать наземную отработку всех компонентов как по отдельности, так и собираемых в проектные конфигурации МКА.

НОВАЯ ФИЗИКА МОЖЕТ БЫТЬ НАЙДЕНА ТОЛЬКО НА НОВЫХ КОЛЛАЙДЕРАХ

Более двухсот ведущих физиков со всего мира, работающих с ускорителями (коллайдерами), в конце февраля приехали в Сибирь, в Институт ядерной физики (ИЯФ) им. Г.И. Будкера СО РАН, чтобы обсудить результаты экспериментов на встречных пучках. Конференция INSTR (Instrumentation for Colliding Beam Physics) уже 40 лет служит экспертной площадкой для обсуждения проектов международного уровня, а также создания систем регистрации, их применения в физических экспериментах, использования детекторных и ускорительных разработок в сфере высоких технологий. Кроме Новосибирска, такие конференции проходят поочередно в Австрии и в Италии.



— Коллайдер на встречных электрон-позитронных пучках ВЭПП-2000 в Институте ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН

Поймать и измерить

Институт ядерной физики в Новосибирске — единственное в мире место, где почти полвека, с 1968 года, непрерывно работает как минимум один электрон-позитронный коллайдер, ежедневно регистрирующий столкновения этих частиц. Основная масса регистрируемых событий-столкновений на коллайдере любого типа достаточно давно и хорошо изучена и не представляет интереса для поиска Новой Физики. Но с каждым годом установки в разных странах модернизируют. На одних увеличивают энергию взаимодействия частиц, на других — интенсивность и плотность пучков для увеличения числа столкновений (светимость), на третьих — чувствительность и точность измерений детекторов, регистрирующих события.

Редкие события — столкновения, в результате которых на мгновения, в миллиарды раз меньше, чем триллионные доли секунды, рождаются неизвестные современной физике частицы. Детекторы должны успеть не только заметить их, но и измерить по всем необходимым параметрам. Пока во всем мире ни одна из зафиксированных частиц не вышла за рамки Стандартной модели (СМ).

Открыть частицу вне рамок СМ — это и есть открыть новую физику. В том, что такая физика существует, никто из специалистов уже не сомневается, чему есть целый ряд причин. Основная в том, что СМ не способна объяснить многие явления в физике частиц. В частности, в ее рамках нейтрино должны быть безмассовыми частицами, а это не так. Она также не объясняет существования темной материи и темной энергии. Если бы количество материи и антиматерии было равным, согласно СМ, то по мере охлаждения Вселенной они бы взаимоуничтожились, чего мы сегодня не наблюдаем. Все коллайдеры в мире можно разделить на несколько типов. Они работают в различных областях поиска новой физики. Например, Большой адронный коллайдер LHC в Европейском центре ядерных исследований (CERN) сталкивает протоны и тяжелые ионы в подземном кольце длиной 27 км, постоянно наращивает интенсивность и занимается поиском новых тяжелых частиц с большой энергией. Это очень перспективная, но и самая затратная область поиска, поэтому в рамках бюджета одной страны такие проекты не реализуются. В строительстве и дальнейшей работе LHC приняли участие 10 тысяч ученых из 100 государств, а каждый из его гигантских детекторов представляет собой целый институт, рассчитанный на исследование большого раздела физики элементарных частиц.

100 километров под землей

Россия принимает активное участие в работах на детекторе ATLAS на Большом адронном коллайдере. Большую часть оборудования для детектора изготовил Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН. Именно на этом детекторе была зарегистрирована новая тяжелая частица — бозон Хиггса, — существование которой задолго до этого было предсказано теоретически. Это была последняя частица, открытая в рамках Стандартной модели. Подробнее о работе LHC, а также о проекте коллайдера будущего рассказал один из участников конференции, руководитель департамента экспериментальной физики ЦЕРН, член Международного комитета по изучению циклических коллайдеров будущего Манфред Краммер.

«Рекордная энергия LHC в 2016 году составила 13 тераэлектронвольт (ТэВ), что пока не является пределом. За предстоящие пять лет работы установка достигнет энергии 15 ТэВ, — поделился планами господин Краммер. — В связи с ее выходом на предельный уровень энергии она будет оборудована большим количеством новой аппаратуры. Следующим этапом ее модернизации станет рост светимости. Этот проект носит название High Luminosity LHC и получил официальное одобрение руководства CERN. Что касается грядущего грандиозного проекта, который придет на смену LHC, то в 2020 году экспертная комиссия определится с выбором, будет ли ускоритель линейным или же циклическим. Если это будет именно апгрейд LHC, то выберут кольцевую установку FCC (циркулярный суперколлайдер будущего) с высокой светимостью. Если же решат строить линейный коллайдер, это будет совсем другой проект CLIC — Compact Linear Collider с энергией до 3 ТэВ и, соответственно, несколько иными возможностями и задачами. Оба эти проекта находятся на стадии обсуждения и предварительного проектирования. У каждого из них есть свои недостатки и преимущества. Так, в отличие от линейных ускорителей, коллайдеры имеют значительные потери излучения из-за движения по кольцевой траектории. Чем больше периметр кольца, тем меньше потери энергии. Длина кольца FCC должна составить около 100 км, а энергия может достигать 100 ТэВ».

Фабрика очарованных частиц

В последние годы в ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН реализуется амбициозный международный проект — «Супер-си-тау-фабрика» — большой электрон-позитронный коллайдер с длиной подземного кольца 800 м и энергией от 2 до 5 ТэВ. Это диапазон низких энергий, в котором ученые пытаются повысить производительность (количество событий) до максимума. Подобный опыт в физике ускорителей уже есть в Италии, откуда на конференцию в Новосибирск приехало много ученых. В ИЯФ СО РАН сегодня работают два коллайдера — ВЭПП-2000 и ВЭПП-4М, которые с прошлого года повысили производительность в разы в связи с запуском нового инжекционного комплекса (источника частиц). ВЭПП расшифровывается как «встречные электрон-позитронные пучки». На коллайдере будут измерять параметры тау-лептона, с-кварка и других частиц, рождающихся в близкой области энергий.

В мире сейчас шесть действующих коллайдеров, еще несколько строится



— Канал транспортировки инжекционного комплекса ВЭПП-2000, в будущем — «Супер си-тау фабрики»

ПРЕДОСТАВЛЕНО ИЯФ ИМ. Г.И. БУДКЕРА СО РАН



— Манфред Краммер, руководитель департамента экспериментальной физики CERN (Женева), член Международного комитета по изучению циклических коллайдеров будущего



— Павел Логачев, академик, директор Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (Новосибирск)

Инжектор был исполнен как важнейшая часть будущей «Супер-си-тау-фабрики», которая будет построена с участием крупнейших российских и зарубежных институтов — ОИЯИ в Дубне, Курчатовского института, ядерных центров в Сарове и Снежинске, Национальной ускорительной лаборатории Fermilab (США), лаборатории КЕК (Япония), Frascati (Италия). Создание установки станет завершающим шагом строительства самого крупного в России ускорительного центра — Ускорительного комплекса встречных электрон-позитронных пучков (УК ВЭПП-5).

«Принципиальный прорыв в сфере понимания физического мира будет точно связан с открытием внутренней природы элементарных частиц, определяемой более сложной структурой пространства-времени, и с созданием квантовой теории гравитации, — поясняет директор Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН Павел Логачев. — Но для этого нужны новые данные в колоссальном и пока недоступном человечеству диапазоне энергий. Однако неизвестные частицы могут проявить себя на более низких энергиях, в так называемых косвенных наблюдениях виртуальных частиц, когда идентифицировать частицу можно только с помощью расчетов, поскольку время ее существования слишком мало. Эффекты, которые во Вселенной производят виртуальные частицы, создают основную часть ее свойств, поэтому невозможно считать их умозрительными, несмотря на неспособность человека измерить их. Непрямые методы наблюдений позволяют продвинуться по шкале масс до 100 ТэВ — область энергией, которая недостижима в ближайшем будущем ни на одной установке в мире».

В отличие от установок с большой энергией, столкновения на низких энергиях не создают такое огромное количество частиц, из-за которых становится крайне сложно детектировать искомые процессы. Точнее, детектировать еще можно, а подробнее изучить — уже нет. В фотографической терминологии это называется «картинка шумит». «Супер-си-тау-фабрика» работает в том диапазоне энергий и с теми технологиями детектирования, когда картина идеально чистая, что позволяет детектировать и изучать множество событий, включая и виртуальные, поскольку они сопровождаются вполне реальными косвенными проявлениями.

Особенностью коллайдера на встречных пучках в «Супер-си-тау фабрике» является то, что пучки частиц летят не прямо навстречу друг другу, а под углом, что заметно увеличивает светимость (количество столкновений). Эта идея впервые была предложена и реализована в Италии, а в ИЯФ она получила развитие. Другая уникальная технология для «Супер-с-тау-фабрики» — поляризация частиц, в несколько раз кардинально улучшающая возможность измерений некоторых процессов.

Физика нейтронных звезд

Крупный ускорительно-экспериментальный комплекс NICA в Дубне — один из реализуемых в России мегапроектов. Аббревиатура NICA означает Nuclotron based Ion Collider facility — тяжело-ионный коллайдер на основе нуклотрона. Коллайдер предназначен для столкновения тяжелых ионов, которые позволят создать и исследовать кварк-глюонную материю — максимально плотную ядерную материю, существующую только в нейтронных звездах, которая пока не была получена ни в одной лаборатории мира. NICA строится на базе Объединенного института ядерных исследований (российского аналога CERN), который существует с 1956 года и управляется Комитетом полномочных представителей стран-участниц ОИЯИ, их сейчас 18. Кроме ОИЯИ, проект NICA финансируют целый ряд государств. Запуск пер-

ПОГОВОРИТЬ С ГАДЖЕТОМ ПО-ЧЕЛОВЕЧЕСКИ

Разнообразие операционных систем само по себе неудобно, но еще неудобней то, что с каждой из них приходится взаимодействовать на ее собственном «языке». Простым выходом из этого положения было бы использование естественного языка в коммуникации с программами.

На сегодняшний день в мире существует большое количество различных гаджетов. Это, в свою очередь, приводит к большому разнообразию операционных систем и программного обеспечения. Каждая из программ обладает характерными только для нее принципами взаимодействия. Подобное многообразие затрудняет свободное использование системы и приводит к увеличению времени, которое необходимо для обучения пользователя работе с ней.

Для работы с программами на мобильных устройствах могут применяться голосовые помощники, такие как Siri, Cortana, Google Now.

По аналогии с голосовым помощником, одним из вариантов решения проблемы взаимодействия пользователя с программой является применение более привычного естественного языка.

Подобное решение обеспечивает минимальную подготовку пользователя, а также высокую скорость и простоту формирования произвольных запросов к информационной системе.

Основной проблемой использования естественного-языкового интерфейса для доступа к источникам данных является низкое качество работы интерфейсов, улучшение которого ограничено сложностью анализа запросов на естественном языке.

Для подобного пользовательского интерфейса можно использовать ограниченную лексику и грамматику языка. В результате сложные предложения вообще не используются в пользовательском запросе к диалоговой системе. К серьезному ухудшению функциональности и производительности системы это не приводит.

Ограниченный естественный язык — это подмножество естественного языка, на котором текст хорошо воспринимается носителем без дополнительных усилий. При этом не требуется дополнительного изучения ограниченной версии языка для составления текстов. Такой язык обладает сокращенным набором лексики и грамматики. Добиться приемлемого уровня обработки естественного языка можно без использования полного грамматического анализа. Достаточно извлечь наиболее информативные части предложения, такие как ключевые слова, фразы и фрагменты. Это позволяет сократить время анализа естественных-языковых элементов в диалоговой системе, а также помогает избежать лингвистических неоднозначностей, таких как омонимы.

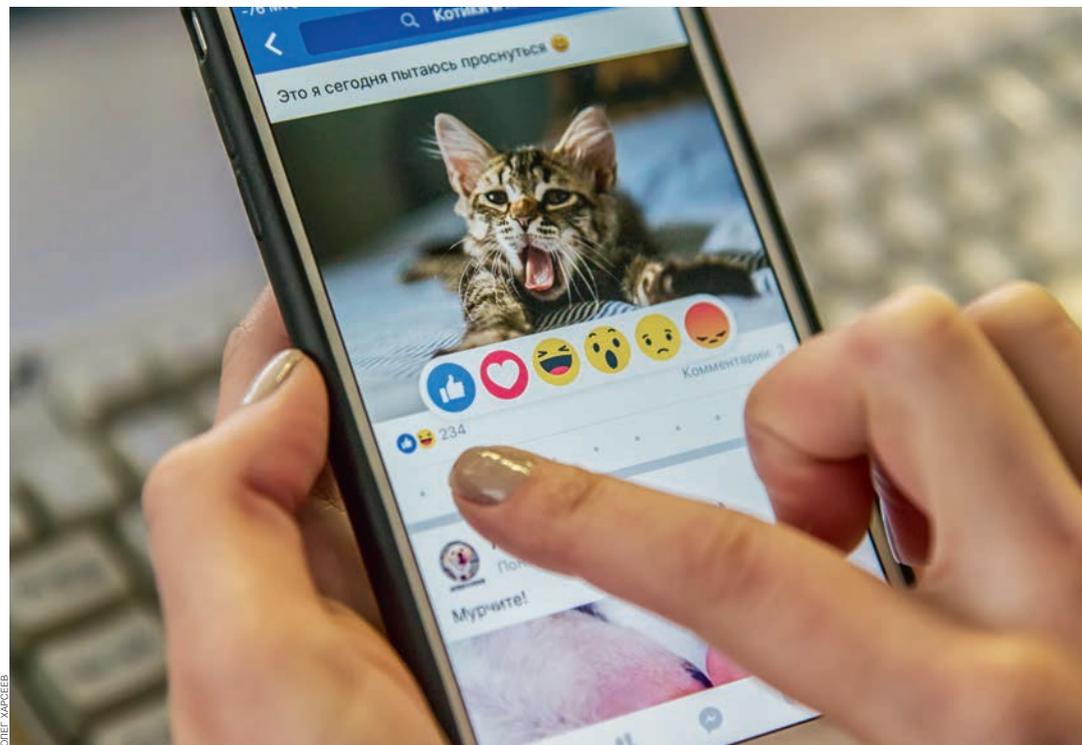
Цикл работы естественного-языкового пользовательского интерфейса начинается с ввода пользователем текста запроса на естественном языке. На основе запроса строится его формальное описание. При этом все предшествующие результаты используются при анализе последующих запросов, что позволяет системе сохранять нить диалога с пользователем и разрешать неоднозначные и спорные моменты, связанные с различным использованием одних и тех же слов в разных предметных областях.

В процессе обработки естественного-языкового текста происходит последовательное выполнение морфологического, синтаксического и семантического анализа.

На первом этапе обработки пользовательского запроса определяются морфологические (падеж, склонение, часть речи и т. д.) и морфемные характеристики (приставка, корень, суффикс, окончание) каждого слова. Наличие и количество морфологических характеристик слов и допустимых значений зависят от конкретного языка. Однако некоторые характеристики, например часть речи, существуют во многих языках.

— Язык для взаимодействия с гаджетами является подмножеством естественного языка, таким же, как язык, на котором человек взаимодействует с животными

— Процесс взаимодействия пользователя с естественным-языковым интерфейсом информационной системы представлен в виде диалога. Конечной целью диалога выступает получение пользователем ответа на вопрос за наименьшее количество возможных итераций



На этапе синтаксического анализа определяются главные и второстепенные члены предложения, тип предложения.

Затем следует наиболее сложная часть обработки естественного-языкового текста — этап семантического анализа с учетом результатов предыдущих этапов и имеющихся в системе знаний о языке и предметной области. В процессе построения семантической модели слова учитывается его многозначность. Смысл слова рассматривается как множество различных значений. Вся совокупность этих значений в целом или каждое из них реализуются в определенном контексте.

В итоге получается конструкция запроса к информационной системе. Значением, получаемым на выходе программной системы, является SQL-запрос к базе данных. Одним из необходимых условий для работы системы является наличие структуры данных, которая описывает содержимое базы данных. В частности, необходимо описание таблицы и входящих в нее полей.

Процесс взаимодействия пользователя с естественным-языковым интерфейсом информационной системы представлен в виде диалога. Конечной целью диалога выступает получение пользователем ответа на вопрос за наименьшее количество возможных итераций.

В рассматриваемом примере (см. рисунок) пользователь осуществляет поиск программных библиотек. При этом возможно использование одного или нескольких фильтров в рамках поисковой сессии.

Состояния диалоговой системы затрагивают все ресурсы, с которыми взаимодействует пользователь. При этом полный набор состояний диалоговой системы может включать в себя:

- одно начальное состояние;
- различные комбинации списков библиотек, формируемых в зависимости от начальных значений и используемого фильтра;
- специальное состояние, обозначающее окончание работы текущей диалоговой сессии.

В качестве возможных действий с диалоговой системой рассматриваются взаимодействие пользователя с системой (ввод пользователем запроса к системе, предоставление системой ответа на пользовательский запрос, различные уведомления); взаимодействие системы с внешними ресурсами (отправка запроса к базе данных); внутренняя обработка данных.

Подобная программная система реализует естественного-языковой пользовательский интерфейс к базе данных. Она может применяться в областях, где требуется обеспечить доступ пользователя к информации из определенной предметной области.

Например, можно реализовать естественного-языковой интерфейс для аналитической программной системы. Пользователь, введя запрос на естественном языке, получает необходимый отчет за определенный временной период. В результате применение методов обработки естественного-языкового текста позволяет реализовать программный интерфейс, обеспечивающий взаимодействие пользователя с программной системой на естественном языке.

РУСЛАН ПОСЕВКИН,
инженер,

факультет программной инженерии и компьютерной техники
Санкт-Петербургского национального исследовательского
университета информационных технологий, механики и оптики



ИДЕЯ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ ПОЗВОЛИТ УДЕШЕВИТЬ ВАЖНЕЙШЕЕ ЗВЕНО МЕТАНОВОЙ ГАЗОХИМИИ

Истощение запасов нефти принуждает мировую экономику переходить на газ, которого в земных недрах еще много. Это ставит перед промышленной химией совершенно новые задачи. Эффективное решение важнейшей из них предложено учеными из Института химической физики РАН и Института проблем химической физики РАН.



Дешевые и доступные энергетические ресурсы всегда были ключевым условием развития экономики. На заре XX века, когда мировая экономика вступила в эпоху широкого использования нефти, ее запасы казались неисчерпаемыми. Нефть — во всех отношениях наиболее удобный источник энергии. Она обладает наивысшим среди ископаемых источников удельным (на единицу объема) содержанием энергии. Нефть обеспечивает наибольшую рентабельность при добыче (лишь около 3% содержащейся в ней энергии идет на процесс добычи). Транспортировка и распределение жидкого топлива значительно проще и дешевле, чем твердого или газообразного. Именно доступное высококалорийное жидкое топливо сформировало в течение прошлого века облик нашей цивилизации, сделав ее эффективной и высококомобильной. Без жидкого топлива невозможно представить современный транспорт, а без нефтяного углеводородного сырья — современную химию и производство подавляющего числа повседневно используемых нами материалов.

Газ вместо нефти

Но мировые ресурсы нефти скоро не смогут соответствовать нашим потребностям. Можно спорить о том, как и когда это произойдет, но, по оценкам, человечество уже извлекло из недр почти половину доступных запасов нефти, что не позволяет рассчитывать на продолжительность комфортной нефтяной

— Крупнейший в мире газохимический комплекс Pearl GTL, Катар

эпохи. К счастью, в земной коре имеются громадные ресурсы различных видов газообразных углеводородов. Это и традиционный природный газ, и так называемый угольный метан, и сланцевый газ (начало его промышленной разработки несколько лет назад обрушило мировой рынок природного газа). Особенно большие надежды возлагаются на фантастические запасы природного газа в составе залегающих в основном на морском шельфе твердых газовых гидратов. Эти ресурсы, по оценкам, почти в сто раз превышают ресурсы традиционного газа и нефти, хотя промышленные методы их добычи еще только предстоит создать. Однако очевидно, что уже в ближайшем будущем и в энергетике, и в нефтехимии придется перейти на использование в основном газообразных углеводородов и, прежде всего, главного их компонента — метана, доля которого в природном газе составляет 97–98%. Но пока еще невозможно отказаться от жидкого углеводородного топлива, а во многих случаях и жидкого углеводородного сырья. Это означает, что перед мировой экономикой стоит грандиозная задача — разработать эффективные технологии превращения метана в синтетические жидкие углеводороды (СЖУ, синтетическая нефть). То есть необходимо создать газохимию, способную производить все то огромное разнообразие химических продуктов и моторных топлив, которые дает современная нефтехимия.

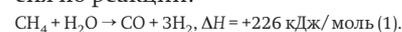
Газохимия вместо нефтехимии

Газохимия на основе метана принципиально отличается от традиционной нефтехимии. Традиционная нефтехимия — «деструктивная», она базируется в основном на процессах пиролиза, крекинга, изомеризации, гидрирования и дегидрирования входящих в состав нефти сложных углеводородных молекул. У газохимии — «конструктивная» направленность. Ее цель — получение более сложных (и менее стабильных) продуктов из наиболее стабильной углеводородной молекулы CH_4 .

Подавляющее большинство современных крупнотоннажных технологий переработки природного газа основаны на его предварительной конверсии в синтез-газ (смесь водорода и монооксида углерода) — один из немногих продуктов, который при высокой температуре может быть получен из метана в термодинамически равновесном процессе.

Именно этот процесс является главной проблемой современной газохимии. Традиционные технологии превращения природного газа в синтез-газ требуют больших капитальных затрат и интенсивных тепловых потоков, на их долю приходится до 70% всех затрат на превращения природного газа в базовые химические продукты (такие как аммиак, метанол или СЖУ). Из-за сложности современных газохимических процессов удельные капвложения в них даже в оптимальных условиях Ближнего Востока на порядок выше, чем в нефтехимии, что практически исключает их широкое распространение. Поэтому необходимы принципиально новые, более простые и рентабельные технологии превращения природного газа в синтез-газ. Это ключевая проблема современной газохимии.

Сейчас наиболее распространенный метод превращения метана в синтез-газ — это эндотермическая (идущая с поглощением тепла) паровая конверсия по реакции:

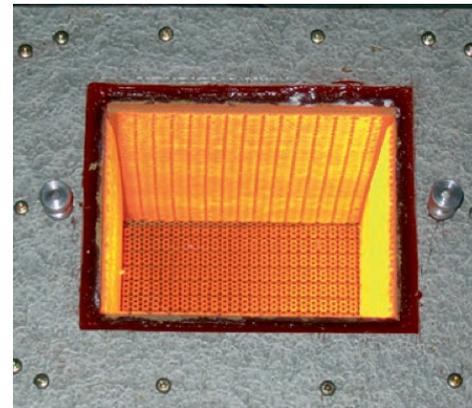
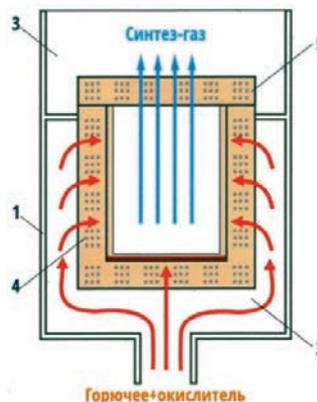


Этот сложный каталитический процесс, помимо большого количества тепла, требует производства большого количества пара, а также предъявляет жесткие требования к очистке газа от примесей, которые могут приводить к отравлению или зауглероживанию катализатора. Кроме того, необходимо периодическое восстановление или замена катализатора. Поэтому современные установки парового риформинга — это крайне сложные и дорогие аппараты, потребляющие огромное количество энергии. Отсюда — низкая экономическая эффективность современных газохимических процессов.

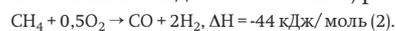


— Внешний вид парового риформера фирмы Lurgi

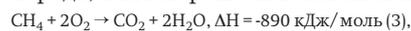
— Принцип работы конвертора на основе поверхностного горения внутри замкнутой объемной матрицы; лабораторный образец со снятой верхней крышкой



В последнее время все более широкое распространение получает процесс окислительной конверсии метана по слабо экзотермической (идущей с небольшим выделением тепла) реакции:



В этом процессе на одну молекулу метана поглощается в 4 раза меньше кислорода, чем в хорошо известной стехиометрической реакции его горения:



что и приводит к относительно небольшому выделению тепла. В обычных условиях такая смесь метана с кислородом состава $\text{CH}_4 : \text{O}_2 = 1:0,5$ гореть не может (находиться вне пределов горения), поэтому ее проводят либо в присутствии катализатора, либо при высоких давлениях и с предварительным нагревом реагентов. И то и другое значительно усложняет и удорожает процесс и делает его не намного экономичнее, чем процесс паровой конверсии.

Дешевая матричная конверсия без пламени и катализатора

В последние два-три десятилетия множеством компаний и научных коллективов предпринимались попытки разработать более экономичные процессы конверсии природного газа в синтез-газ. Не имея здесь возможности анализировать и даже перечислить основные идеи таких альтернативных технологий, мы лишь отметим, что пока ни одна из них не привела к созданию эффективной промышленной технологии.

Группой сотрудников Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН и Института проблем химической физики РАН предложен, а затем и реализован на уровне лабораторных и демонстрационных установок совершенно новый принцип конверсии природного газа в синтез-газ, названный матричной конверсией. Принцип конверсии достаточно прост. Смесь горючего и окислителя (это может быть атмосферный воздух, воздух, обогащенный кислородом или технический кислород) поступает в полость, сформированную из проницаемого для газа материала. Таким материалом может быть перфорированная керамика, тугоплавкий пенометалл или пресованная проволока из тугоплавких металлов (металловойлок).

Если смесь воспламенить, то вблизи внутренней поверхности из такого материала (матрицы) будет наблюдаться «беспламенное» горение. Беспламенным оно называется потому, что из-за интенсивного теплообмена фронта пламени, стабилизирующегося на расстоянии нескольких миллиметров от внутренней поверхности матрицы, с самой твердой матрицей, температура горения значительно снижается — до 1200-1300°C. Поэтому не наблюдается характерное свечение, которое и называется пламенем. Зато сама матрица разогревается до 800-900°C и становится интенсивным источником видимого красного и невидимого инфракрасного (ИК) теплового излучения. Такие плоские беспламенные горелки уже давно используются как промышленные источники ИК-излучения, например, при сушке зерна или древесины.

Фокус предложенного устройства вот в чем. Если сделать внутреннюю поверхность матрицы замкнутой или почти замкнутой, чтобы избежать заметного выхода из нее ИК излучения (то есть потери энергии горения на ИК излучение), то можно организовать горение смесей с соотношением $\text{CH}_4 : \text{O}_2$, достаточно близким к тому, которое требует уравнение (2), и получать высокий выход водорода и CO. Фактически в таком устройстве осуществляется внутренняя рекуперация (возврат) тепла горячих продуктов конверсии. Матрица нагревается за счет конвективного и радиационного

— Демонстрационная установка для работы при атмосферном давлении, расход газа до 20 м³/ч

— Демонстрационная установка для работы при повышенных давлениях, расход газа до 10 м³/ч



теплообмена с расположенным вблизи от нее фронтом пламени. Свежая газокислородная смесь, проходя через стенки матрицы, в свою очередь, нагревается почти до такой же температуры, что и матрица, и поступает в зону горения уже нагретой до 600-800°C. А это значительно облегчает процесс горения так называемых «богатых» смесей, с большим недостатком окислителя по сравнению со стехиометрическим уравнением (3). В результате и появляется возможность получения в таком относительно простом устройстве высокого выхода синтез-газа, достаточно близкого к описываемому уравнением (2).

На демонстрационных образцах подобных конверторов с производительностью по природному газу 10 и 20 м³/ч была показана возможность практически полной конверсии метана в синтез-газ атмосферным воздухом, воздухом с различной степенью обогащения кислородом, а также кислородом.

Газохимия на основе метана принципиально отличается от нефтехимии. Традиционная нефтехимия — «деструктивная». У газохимии противоположная, «конструктивная» направленность

Основные преимущества данного процесса перед известными технологиями в том, что этот автотермический (осуществляемый за счет собственной энергии частичного окисления природного газа) процесс не требует внешних источников тепла. Он технологически прост и не требует использования катализаторов, сложных процессов их производства и регенерации. Поскольку процесс не каталитический, резко снижаются затраты на очистку и подготовку газа. Более того, он позволяет превращать в синтез-газ углеводородные газы практически любого состава, в том числе попутные нефтяные газы и даже жидкие углеводороды. Но самое главное, процесс имеет очень высокую удельную объемную производительность, на порядки превышающую, например, удельную объемную производительность паровой конверсии. Это позволяет создавать несопоставимо более простые и менее металлоемкие, а, следовательно, более дешевые по сравнению с существующими установками. То есть появляется возможность кратного снижения затрат на получение синтез-газа, а, следовательно, и всех основанных на его получении газохимических процессов.

Не только синтез-газ, но и водород

Устройства на основе матричного горения, не связанные с применением громоздких и сложных технологических аппаратов, могут принципиально упростить процессы превращения природного газа в химические продукты и повысить их эффективность. Они также могут быть использованы для эффективного получения небольших объемов водорода. А появление простых и производительных источников водорода сделает реальным широкое внедрение электрохимических источников тока на водороде (электрохимических генераторов, топливных элементов) мощностью от киловатт до мегаватт для надежного энергоснабжения удаленных регионов и автономного энергоснабжения в ЖКХ. Наконец, использование компактных источников на основе матричных горелок для производства водорода из сетевого газа или жидких углеводородов непосредственно на автозаправочных комплексах позволит перевести в практическую плоскость проблему экологически чистого водородного автотранспорта.

ВЛАДИМИР АРУТЮНОВ,
доктор химических наук,
Институт проблем химической физики РАН

Работы выполнены при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного контракта №14.607.21.0037. Уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEF160714X0037.

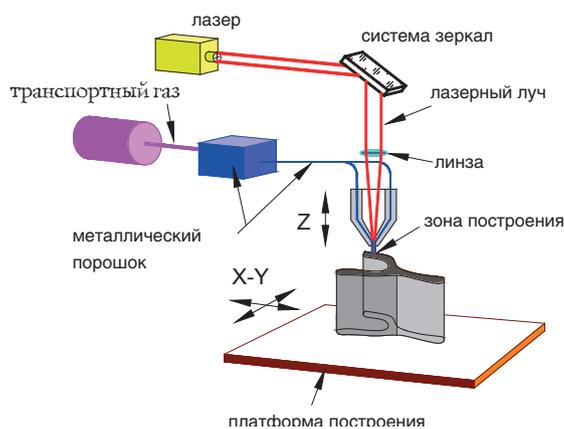
ЛАЗЕРНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ — ВАЖНЕЙШЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Среди направлений развития аддитивных технологий наиболее актуальным для России, США и ЕС является металлическое направление — производство деталей для сложных узлов авиакосмической, транспортной и оборонной техники, частности, жаростойких элементов турбореактивных двигателей.

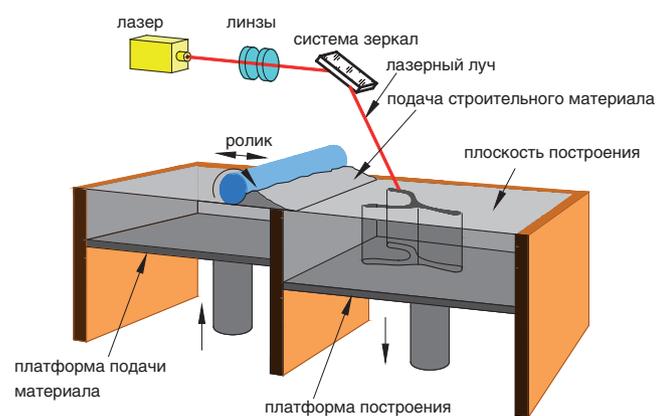
Есть два распространенных класса 3D-технологий изготовления изделий из металла:

Технология выращивания из слоя металлического порошка (Bed Deposition) предполагает на первом этапе формирование равномерного слоя порошка на подложке с последующим сплавлением порошка в сформированном слое при помощи лазера. Этой технологии достаточно точно соответствует термин «селективное лазерное сплавление» (SLM, Selective Laser Melting).

Второй вид, о котором пойдет речь в статье — Direct Deposition — прямое осаждение материала из газопорошковой струи металлических частиц. Струя частиц подается непосредственно в ту же область, куда подводится энергия лазера. Лазерный луч оплавляет участок выращиваемого изделия, образуя локальную ванну жидкого расплава. В расплав струей инертного транспортирующего газа (чаще всего высококислородного аргона) вдувается порция металлического порошка. Чем-то это напоминает струйный принтер для бумаги или аэрограф художников-оформителей.



__Схема лазерного выращивания по технологии Bed Deposition и Direct Deposition



Лазерное выращивание — мировой опыт

Основной рабочий орган машин для лазерного выращивания — лазерная головка. Это чрезвычайно сложный агрегат, в котором расположены система фокусировки лазера, система охлаждения, система подачи материала, а также элементы системы управления (датчики, видеокамеры и т. д.). В процессе построения детали необходимо согласовать несколько параметров: мощность лазера, размер пятна расплава, интенсивность подачи материала, дисперсность порошкового материала, скорость движения головки. Одновременно необходимо обеспечить точную фокусировку подачи газопорош-

Международная терминология в лазерном выращивании еще не устоялась, и разные группы инженеров используют различные названия, например, DMD — Direct Metal Deposition (компания POM, США); LENS — Laser Engineered Net Shape (Optomec, США), MJS — Multiphase Jet Solidification (IFAM, Германия; FDM, США), LDM — Laser Direct Melting (Trumpf Laser- und Systemtechnik, Германия).

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ ПРОЕКТА

Для экспериментальных исследований газодинамических процессов переноса порошка была использована высокоскоростная камера Citius Centurino C100 и камера высокого разрешения Basler acA-2000gm. Для автоматизации обработки изображений использовано специально разработанное программное обеспечение в среде LabVIEW 2012. Для формирования газопорошковой струи использовались некоаксиальные сопла с диаметром выходного отверстия 1–2 мм и аксиально-симметричное сопло с регулируемой шириной щели в интервале 0,2–1 мм. В качестве модельного материала для выращивания выбран порошковый никелевый сплав EuTroLoy16625G.04 производства Castolin Eutectic (Inconel 625).

Металлографические исследования выращенных изделий были проведены на микроскопе DMI 5000 (Leica) с программным обеспечением Tixomet. Исследования химического состава выполнены на сканирующем электронном микроскопе Phenom ProX и микроскопе Mira Tescan с использованием приставки Oxford INCA Wave 500. Для определения механических характеристик были проведены испытания на одноосное растяжение на испытательной машине Zwick/Roell Z250 серии Allround. Образцы были испытаны в исходном состоянии и после термической обработки (отжиг для снятия напряжения при 1000°C, три часа, воздушная атмосфера). Также были проведены испытания на длительную прочность и на малоцикловую усталость.

Для технологических экспериментов было использовано некоаксиальное сопло с выходным отверстием круглого сечения диаметром 2 мм. Сформированная им газопорошковая струя симметрична и расходится с углом расхождения 8–10 градусов. Она обеспечивает широкую область устойчивого выращивания. Эксперименты показали, что использование некоаксиального сопла позволяет изготавливать тела вращения с минимальным диаметром 6 мм, а также изделия более сложной геометрии, но с осевой симметрией. Толщина стенки выращиваемых изделий — от 1 мм до 3 мм. Шероховатость поверхности не превышает 50 мкм.

Для изготовления изделий сложной формы требуется применение более сложных, коаксиальных сопел. Технологические головки, оснащенные коаксиальными соплами, характеризу-

ются независимостью параметров выращивания от направления движения инструмента. Это позволяет использовать сложные траектории обработки и получать изделия более сложной геометрии.

После многочисленных экспериментов разработан технологический регламент лазерного выращивания образцов деталей газотурбинных двигателей. Изготовлены экспериментальные образцы деталей двигателя НК-36СТ: кольцо наружного 4-й ступени и корпус выходной. Пористость на исследуемых образцах не превышает 0,05 об.%. Трещины отсутствовали. Неметаллических включений не обнаружено. Микроструктура преимущественно литая. Продольный размер дендритов варьировался в интервале 50–250 мкм, иногда до 500 мкм (дендриты — возникающие при росте кристалла древовидные микроструктуры). Слоистой структуры с выраженными границами между различными наплавленными слоями не обнаружено. На металлографических снимках хорошо заметны нерасплавленные сердцевинки частиц порошка. Выращенные образцы обладают наследственной микроструктурой используемого порошка. Испытания показали, что прочностные характеристики выращенного сплава EuTroLoy16625G.04 до и после проведения термообработки находятся на одном уровне с металлическим прокатом. Показатель относительного удлинения оказывается несколько заниженным. Анизотропия свойств при изменении ориентации образцов относительно направления выращивания не превышает 10–15%.

По результатам НИР сформулированы детальные технические требования к металлическим порошкам для прямого лазерного выращивания (их химический и гранулометрический составы, сыпучесть, влажность и т. д.).

Установлено, что наиболее важной частью технологического инструмента прямого лазерного выращивания является сопло. При проектировании сопел необходимо обеспечить формирование такого распределения порошка в газопорошковой струе, при котором возмущения выращиваемой поверхности будут автоматически гаситься.

ковой струи в зону расплава. Чтобы сопло меньше изнашивалось высокоскоростным абразивным потоком, используются вставки из карбидных износостойких сплавов (это, например, карбид вольфрама на кобальтовой связке). В зависимости от сочетания параметров коэффициент использования порошкового материала может варьировать от 0,2 до 0,9, то есть от 20 до 90% материала, поступившего через сопла системы подачи, фактически формируют деталь. Последнее обстоятельство ставит вопрос о вторичном использовании «пролетевшего мимо» порошка. Этот порошок можно собирать, просеивать от крупных (слипшихся) частиц и использовать повторно. Однако за счет увеличения количества оксидов механические свойства выращенных из «повторного» порошка изделий ухудшаются в среднем на 10–15%. Ключевые факторы прямого лазерного выращивания, установленные во многих лабораториях, такие:

- скорость осаждения (0,2 кг/час для стенки толщиной 1 мм до 4 кг/час для стенки толщиной 1 мм),

- очень низкая пористость детали,

- геометрическое совершенство (резко падает для стенок толщиной 3–4 мм вследствие перегрева слоев, но можно улучшить водяным охлаждением). Особенно важны мощность лазера и диаметр луча в фокусе.

Как пояснил «Ъ-Науке» Константин Бабкин из Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, «мощность лазера у всех примерно одинаковая — порядка 2, изредка 3 кВт. Лазеры волоконные компании IPG (иногда — диодные фирмы Laserline). Порошковые питатели либо собственной разработки, либо покупные (а они все одинаковые, по одному патенту сделанные). Производительность разных 3D-принтеров тоже сильно зависит от выращиваемой геометрии. Например, если нужна толщина стенки в один проход 3 мм, то можно обеспечить производительность 1,5 кг/ч (на стали). Но это не значит, что установки компании VeAM machines, которые делают стенку 1 мм с производительностью 0,1 кг/ч, плохие. Просто тонкую стенку дольше выращивать».

Особенностью установок по выращиванию из металлических порошков является сложность кинематики (сколько осей одновременно задействовано — 3, 5 или больше). От этого зависит изощренность выращиваемых изделий. При этом наблюдается жесткая конкуренция между двумя инженерными подходами: рука-робот или так называемый картезианский рабочий стол (рука-робот перемещается по сложной искривленной траектории, а конечный рабочий элемент картезианского стола — по каждой из координатных осей отдельно).

Нетривиальной задачей является программное обеспечение: написать САМ (computer-aided manufacturing — программный комплекс для установки) и заложить в него стратегии, которые все оси смогут задействовать.

Разумеется, спрос имеют и упрощенные варианты. Например, у компании INSSTEK принтер предназначен для выращивания и ремонта пресс-форм, поэтому и машина у них скорее 2,5D, да и производительность невелика, около 50 граммов в час.

Лазерное выращивание — российские разработки

В России технологиями выращивания металлических деталей занимаются несколько научно-технических центров в Москве и области, Воронеже, Санкт-Петербурге, Самаре, Уфе и некоторых других городах. Научные исследования ведутся по пяти направлениям: устройства для лазерного выращивания; металлические порошки; способы выращивания, контроля и управления, программное обеспечение 3D-технологий; формирование структуры выращиваемых изделий.

В России наибольших научных успехов в изучении прямого лазерного выращивания металлических деталей добился Институт лазерных и сварочных технологий — ИЛИСТ при СПбПУ. Научно-исследовательские работы ведутся в кооперации с НИТУ МИСиС, Самарским национальным исследовательским университетом имени академика С.П. Королева, ПАО «Кузнецов» (Самара) и ОАО «Объединенная двигателестроительная корпорация» (Москва).

Основной задачей проекта является создание научно-технических основ для промышленного освоения технологии прямого лазерного выращивания рабочих узлов и элементов авиационных двигателей с повышенными эксплуатационными характеристиками и рабочим ресурсом. Разрабатываемые решения должны обеспечить повышение эффективности процесса изготовления деталей авиадвигателей, в том числе за счет снижения материалоемкости и увеличения производительности технологического процесса.

Поле исследований — выращивание точных заготовок крупногабаритных изделий (до 1,6 м диаметром) при контролируемой атмосфере аргона в камере. Толщина одиночной стенки составляет от 0,8 до 3 мм (в перспективе до 15 мм). Основными материалами являются стали, никелевые и титановые сплавы. Желательно разработать подходы к выращиванию градиентных металлических структур (то есть деталей, состав материала которых непрерывно меняется в объеме). Для улучшения экономических показателей предусматривается интеграция в одну машину дополнительных технологий — сварки, термоупрочнения, резки, шлифовки.

Группа исследователей ИЛИСТ во главе с Г.А. Туричиным в 2014–2016 годах провела теоретические и экспериментальные исследования, математическое и компьютерное моделирование процессов, протекающих при прямом лазерном выращивании. Построенная математическая модель процесса переноса порошка позволила установить связь структуры газопорошко-

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

- высокая производительность, до 60 мм3/сек.;

- низкая пористость, менее 0,05%;

- мелкозернистая структура, размер зерна не более 100 мкм;

- высокие механические свойства — на уровне деформируемых и термообработанных сплавов.



— Образцы деталей, полученных методом лазерного выращивания

Direct Deposition — прямое осаждение материала из газопорошковой струи металлических частиц в оплавленную лазером область

вой струи с расходом транспортного газа, размерами сопла и параметрами частиц порошка. Проект выполнен при поддержке Минобрнауки России: ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», идентификатор ПНИЭР — RFMEFI5814X0010.

В 2016 году изготовлены и испытаны две лабораторных установки лазерного выращивания: 1) на базе дискового лазера мощностью 3 кВт; 2) на базе волоконного лазера LC-5 мощностью 5 кВт. В качестве манипулятора технологической головки и изделия использовался высокоточный шестиосевой промышленный робот с двухкоординатным позиционером.

Как рассказал «Ъ-Науке» руководитель работ Глеб Туричин, «на основании проведенных исследований получено ясное представление о причинах возникновения неустойчивости выращиваемой поверхности, обусловленной капиллярными силами и динамикой ванны расплава. Устойчивость выращивания может быть обеспечена соответствующей конструкцией технологической головки. Расчеты и эксперименты позволили сформулировать диапазон допустимых конструктивных параметров для технологических головок: ширина щели 250–300 мкм, угол схождения конуса сопла 60°, расстояние от среза сопла до области газопорошковой перетяжки 9–10 мм».

При этом инженеры установили и пределы возможностей технологии. Например, повышение скорости перемещения выращивающей головки приводит к развитию поверхностных неустойчивостей активной зоны, вызывающих появление дефектов — квазипериодического рельефа на поверхности. Далее возможно и прерывание (срыв) процесса выращивания.

Лазерное выращивание — области применения

Разрабатываемые технологии и оборудование прямого лазерного выращивания имеют широкую направленность и способны повлиять на развитие нескольких отраслей экономики. Кроме предприятий двигателестроения, потребителями разрабатываемой продукции может быть ракетно-космическая отрасль, транспортное, судовое и энергетическое машиностроение, а также медицина. Результаты проекта также могут быть использованы при разработке и модернизации родственных технологий инженерии поверхности. Это, в частности, технологии лазерной порошковой наплавки поверхностных слоев, актуальные для атомной, нефтегазовой, нефтехимической, химической отраслей промышленности.

Видятся три объекта коммерциализации в результате выполнения проекта:

- лицензия на технологию прямого лазерного выращивания изделий из металлических порошков;
- технологическая установка лазерного выращивания;
- сервисные услуги.

Стадия коммерциализации результатов проекта оценивается в три года после окончания проекта. Уже запланировано промышленное освоение результатов проекта на 2019 год путем создания на ПАО «Кузнецов» участка прямого лазерного выращивания компонентов двигателей. Производительность участка не менее 100 изделий в год. Предполагаемая стоимость выпускаемой продукции около 80 млн руб. в год. Срок окупаемости проекта находится в пределах среднесрочного кредитования проектов отечественными коммерческими банками и составляет семь лет с начала работ.

ВЛАДИМИР ТЕСЛЕНКО, кандидат химических наук
Фото автора

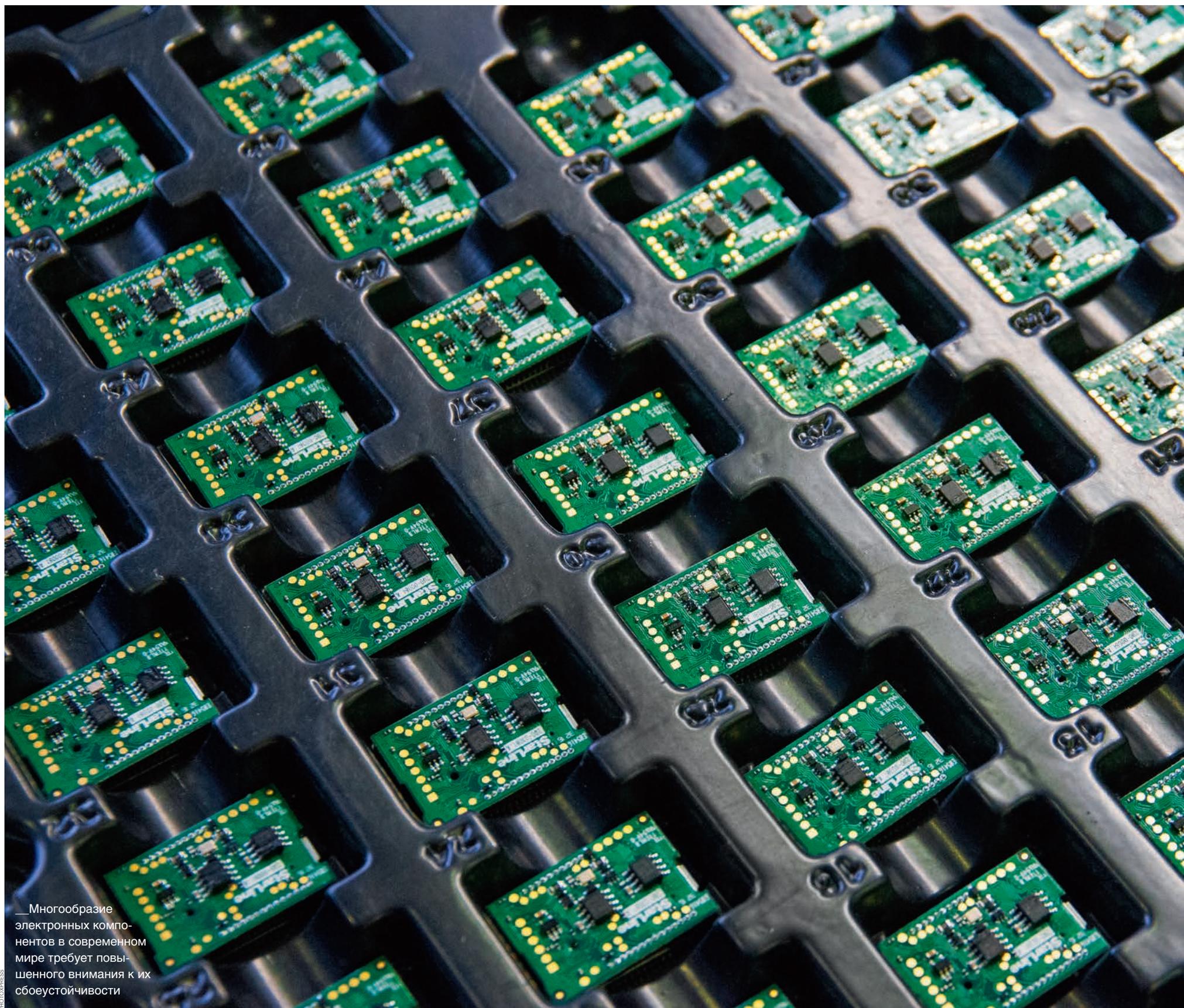
ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ НИР СОЗДАНЫ ДВА ОБЪЕКТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Патент на полезную модель №162341 от 10 июня 2016 года «Устройство контроля и адаптивного управления процессом прямого лазерного выращивания изделий из металлических порошковых материалов». Полезная модель — устройство, включающее видеокамеру и блок управления, отличающееся тем, что блок управления соединен с видеокамерой по интерфейсу Ethernet и включает в себя вычислительное устройство с программным пропорционально-интегрально-дифференцирующим алгоритмом регулирования мощности лазерного луча, для видеорегистрации используется видеокамера с одним или двумя узкополосными фильтрами, соединенная с лазерной головкой через оптический коннектор коаксиально ее оптической оси.

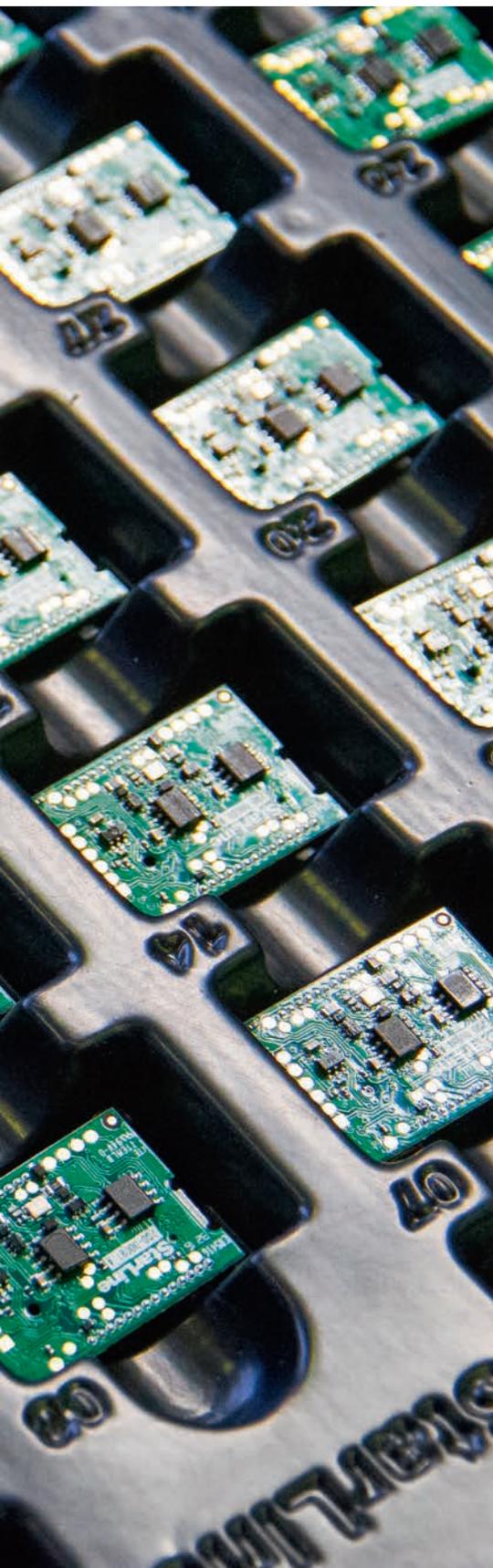
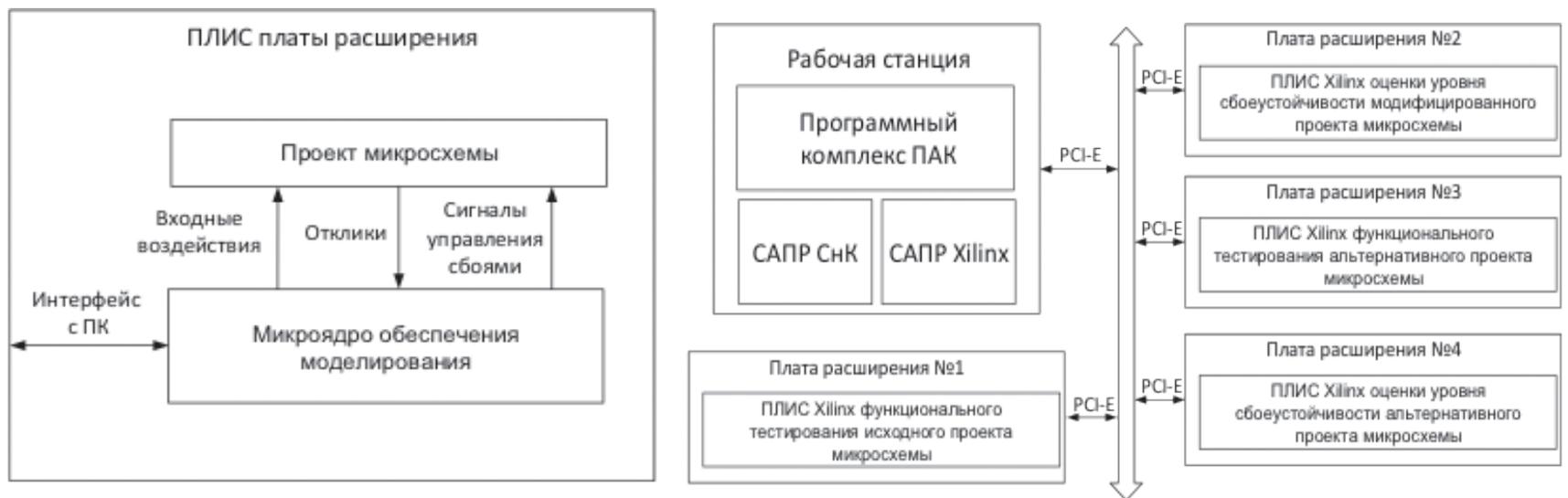
Заявка на изобретение №2016127082 от 5 июля 2016 года «Способ прямого лазерного выращивания изделий из металлических порошковых материалов с адаптивным контролем и управлением их геометрией». На момент публикации статьи заявка еще проходила процедуру оформления в патент на изобретение. Авторы: Туричин Глеб Андреевич, Земляков Евгений Вячеславович, Сомонов Владислав Валерьевич, Бабкин Константин Дмитриевич, Климова-Корсмик Ольга Геннадьевна и Топалов Илья Константинович.

МИКРОСХЕМЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ УСТОЙЧИВЫ К СБОЯМ ОТ РОЖДЕНИЯ

Микроэлектроника проникла практически всюду — от бытовых приборов до спутников и систем вооружения. Современные технологии позволяют на базе одного чипа реализовывать все более сложные вычислительные системы, и к их надежности предъявляются все более высокие требования. Надежность же подразумевает механизмы, обеспечивающие устойчивость к сбоям и отказам. Ключевой задачей становится тестирование таких механизмов на ранних стадиях разработки микросхем.



— Многообразие электронных компонентов в современном мире требует повышенного внимания к их сбоеустойчивости



— Содержимое ПЛИС (программируемой логической интегральной схемы) платы расширения

— Структурная схема программно-аппаратного комплекса

Ускорение тестирования сбоеустойчивых сложных вычислительных систем на базе одного чипа (так называемых систем на кристалле, СнК) подразумевает решение целого комплекса взаимосвязанных задач. Сюда входят выбор метода и технологии тестирования, ускорение тестирования основной функциональности системы, разработка моделей возникновения неисправностей и ускорение оценки эффективности механизмов сбоеустойчивости.

При этом выбранная технология тестирования должна быть внедрена в маршрут разработки целевых микросхем, который обычно осуществляется с помощью системы автоматизированного проектирования (САПР). Стандартный маршрут проектирования включает следующие этапы: написание модели разрабатываемой системы на языках описания аппаратуры (Verilog, «1364–2005 — IEEE Standard for Verilog Hardware Description Language»; SystemVerilog, «1800–2012 — IEEE Standard for SystemVerilog — Unified Hardware Design, Specification and Verification Language»), разработка программных тестов и проведение на их основе функционального тестирования полученной модели, синтез логической схемы устройства в базе целевой микросхемы (в формате Verilog netlist), функциональное тестирование полученного описания микросхемы с учетом временных задержек распространения сигналов, размещение и трассировка элементов логической схемы и проведение пострас-

Необходимы механизмы, обеспечивающие устойчивость микросхемы к сбоям и отказам. Ключевой задачей становится тестирование таких механизмов на ранних стадиях разработки

сировочного функционального тестирования, генерация технологических данных для производства. При обнаружении функциональных несоответствий на одном из этапов тестирования осуществляется цикл перепроектирования, подразумевающий возврат к предыдущим этапам.

Известные САПР микросхем осуществляют тестирование разрабатываемых СнК преимущественно программными методами, что приводит к значительным временным затратам. При этом в большинстве САПР отсутствует встроенная возможность оценки сбоеустойчивости разрабатываемых СнК. Поэтому необходимо создавать программно-аппаратные решения для тестирования и оценки сбоеустойчивости разрабатываемых микросхем. Причем для СнК аэрокосмического применения важно учитывать специфику условий их эксплуатации. Основным источником неисправностей в микросхемах, применяемых в авионике и космических системах, — космическая радиация (Е. Petersen, Single Event Effects in Aerospace, IEEE Press, 2011). Воздействие заряженных частиц галактических космических лучей, естественных радиационных поясов Земли, а также солнечных космических лучей на микросхему может приводить к возникновению временных сбоев или постоянных отказов в работе (М. И. Панасюк и Л. С. Новиков, Модель космоса. Том II. Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов, Москва, 2007). Эффекты от воздействия радиации можно разделить на две группы (К. Iniewski, Radiation Effects in semiconductors, CRC Press, 2010): эффекты поглощенной дозы и одиночные случайные эффекты.

Первая группа характеризует постепенную деградацию физических свойств вещества микросхемы в результате воздействия множества частиц космической радиации и описывается такими интегральными показателями, как поглощенная доза (выделенная потоком частиц энергия в единице массы вещества за время полета космического аппарата). Основные методы борьбы с эффектами этой группы — технологические, позволяющие в результате использования новых материалов и технологии снизить чувствительность микросхемы к эффектам поглощенной дозы.

Борьба со случайными одиночными эффектами требует дополнительных усилий, в том числе внедрения в схему устройства средств обеспечения сбоеустойчивости. Причина в том, что чисто технологические методы борьбы пока не позволяют снизить частоту возникновения таких неисправностей до уровня, не угрожающего работоспособности микросхемы. Одиночные эффекты, в отличие от эффектов накопленной дозы, имеют случайный характер и возникают вследствие попадания в микросхему отдельных тяжелых заряженных частиц. Основными типами таких эффектов являются инверсия логического значения элемента памяти (триггера) (Single Event Upset, SEU), залипание триггера в состоянии логического нуля или единицы (Stuck_at_0/1), а также паразитные импульсы напряжения в комбинационной логике (Single Event Transient, SET).

При тестировании сбоеустойчивости СнК аэрокосмического применения по отношению к случайным одиночным эффектам широко используется метод внедрения неисправностей (H. Ziade, R. Ayoubi и R. Velazco, «A Survey on Fault Injection Techniques», The International Arab Journal of Information Technology, 1, 171, 2004). Идея метода заключается в имитации возникновения радиационных сбоев и отказов и оценке их влияния. При реализации метода важно обеспечить как высокую скорость тестирования (харак-

терную для аппаратных методов внедрения неисправностей), так и высокую информативность и повторяемость экспериментов (они присущи программным методам). Поэтому тестирование на основе метода внедрения неисправностей проводится с использованием комбинированных, программно-аппаратных решений.

В результате проведения исследований в Московском авиационном институте (национальном исследовательском университете) в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» было предложено решение данной задачи для СнК аэрокосмического применения. Разработан экспериментальный образец программно-аппаратного комплекса (ПАК), способного выполнять контроль сбоеустойчивости проекта микросхемы СнК. Комплекс основан на ПЛИС-прототипировании и расширенном методе внедрения неисправностей (ПЛИС — программируемая логическая интегральная схема, О. Brekhov, К. Kordover, А. Klimenko и М. Ratnikov, «FPGA-Prototyping with Advanced Fault Injection Methodology for Tolerant Computing Systems Simulation», DCCN 2015, Moscow, 2016). В состав комплекса входят персональный компьютер на базе процессора Intel Xeon и PCI-платы расширения на базе ПЛИС Xilinx Virtex-6 (PCI — Peripheral component interconnect, шины ввода—вывода).

ПАК реализует пошаговую методику моделирования проектов микросхем с имитацией сбоев (первоначально методика предложена в (8)). Методика позволяет осуществлять функциональное тестирование, а также оценку эффективности механизмов обеспечения сбоеустойчивости проекта СнК, представленного в формате Verilog netlist, на основе результатов моделирования работоспособности его ПЛИС-прототипа в условиях наличия и отсутствия неисправностей.

Основные пункты методики реализуются следующим образом:

1. Создание исходного проекта микросхемы. С использованием языков описания аппаратуры и САПР целевой микросхемы, на базе которой реализуется СнК, создается описание логической схемы СнК в формате Verilog netlist — первоначальный проект микросхемы.

2. Функциональное тестирование проекта микросхемы. С использованием программного комплекса ПАК, САПР ПЛИС Xilinx и первоначального проекта микросхемы реализуется описание логической схемы СнК в базе ПЛИС — исходный проект микросхемы, реализуется в виде ПЛИС-прототипа в плате расширения №1. Функциональное тестирование осуществляется путем подачи воздействий на входы исходного проекта микросхемы и сравнения получаемых значений выходов с массивом эталонных значений (который должен быть сформирован на этапе разработки исходного проекта). Этот шаг методики позволяет удостовериться в функциональном соответствии исходного проекта СнК в базе целевой микросхемы и его аналога в базе ПЛИС.

3. Создание модифицированного проекта микросхемы и его функционального тестирования. Основная задача ПАК — оценка сбоеустойчивости проекта микросхемы — решается с использованием метода внедрения неисправностей. Реализация метода, представленная в экспериментальном образце ПАК, требует модификации первоначального проекта микросхемы (в базе целевой микросхемы СнК) путем замены элементов логической схемы СнК на их функциональные аналоги в базе ПЛИС, способные имитировать возникновение сбоя. Если рассматривать каждый функциональный аналог в виде черного ящика, то основным его отличием от оригинала будет наличие дополнительных входов — входов активации сбоев. Так, при модификации простейшего элемента — синхронного D-триггера, имеющего входы D, C и выход Q, — его функциональный аналог будет иметь три дополнительных входа (по количеству поддерживаемых в ПАК типов сбоев): вход i, вход s0 и вход s1. Вход i соответствует инверсии логического значения триггера, входы s0/s1 — соответственно, залипанию триггера в состоянии логических нуля и единицы. Если при тестировании на входы i, s0 и s1 подать сигналы логического нуля, то модифицированный триггер будет работать в режиме «без сбоев». В случае, если на каком-либо из этих входов будет логическая единица, то выход Q-триггера изменится для имитации соответствующего сбоя. Аппаратная поддержка трех типов сбоев достаточна для моделирования практических любых типов неисправностей, так как, независимо от природы возникновения, любой сбой или отказ обнаружится в появлении ошибочного значения в элементе памяти логической схемы устройства.

В экспериментальном образце ПАК управление сбоями осуществляется «микроядром обеспечения моделирования». В его состав входят аппаратные модули, которые должны быть синтезированы вместе с тестируемым проектом микросхемы в одной ПЛИС. В функции микроядра, помимо подачи сигналов активации неисправностей, входят подача значений на входы проекта микросхемы, фиксация значений его выходов, а также обмен данными с программным комплексом на рабочей станции.

Для проведения функционального тестирования модифицированного проекта микросхемы программный комплекс ПАК осуществляет: генерацию логической схемы микроядра обеспечения моделирования в базе ПЛИС, создание модифицированного проекта микросхемы и его интеграцию с микроядром. Далее на базе полученного проекта в ПЛИС платы расширения №2 реализуется прототип модифицированного проекта и проводится его тестирование. Данный пункт методики предназначен для проверки корректности модификации исходного проекта, поэтому имитация неисправностей не производится, и сигналы активации сбоев не подаются.

4. Оценка сбоеустойчивости модифицированного проекта микросхемы. Для ПЛИС-прототипа, реализованного в плате расширения №2, проводится функциональное тестирование на основе концепции расширенного метода внедрения неисправностей (О. Brekhov and А. Klimenko, «Hardware-software simulation complex for FPGA-prototyping of fault-tolerant computing systems», Communications in Computer and Information Science, 678, 2016). Отличием данной концепции от стандартных подходов является учет условий эксплуатации конкретной микро-



Внешний вид экспериментального образца программно-аппаратного комплекса

ОЛЕГ БРЕХОВ

Идея метода — в имитации возникновения радиационных сбоев и отказов и дальнейшей оценке их влияния

схемы при организации тестирования. Суть концепции можно охарактеризовать как преобразование физических и химических воздействий на вещество целевой микросхемы, которые могут возникнуть в процессе ее эксплуатации, в последовательность сбоев, внедрение которых в ПЛИС прототип целевой микросхемы поддерживается аппаратно.

Для реализации описанного подхода создается программная модель возникновения неисправностей, включающая совокупность трех моделей: модели внешних воздействий (МВВ), модели возникновения угроз и модели локализации неисправностей (МЛН). Эти три модели позволяют сформировать список сбоев, использующийся при тестировании и характеризующий времена внесения неисправностей, их тип и множество элементов СнК, в которые они вносятся. Входными данными для МВВ являются: период активного существования космического аппарата (КА) базирования СнК, параметры его орбиты, модель радиационной защиты, учитывающая эффекты экранирования микросхемы окружающими конструкциями, а также характеристики корпуса микросхемы. Выходными данными МВВ являются параметры окружающей среды вблизи микросхемы (типы, интенсивность и направление движения заряженных частиц), определяющие воздействие на физическую среду чипа. Выходные данные МВВ являются входными данными МПУ, наряду с технологическими параметрами СнК и топологией микросхемы. Далее, выходными данными МПУ являются параметры изменений физической среды чипа, возникающих в результате воздействий, определенных МВВ. Выходные данные МПУ являются входными данными МЛН, наряду с топологией микросхемы. На основе входных данных модель МЛН формирует конечный список сбоев, использующийся при тестировании. В экспериментальном образце ПАК реализован интерфейс, позволяющий использовать при оценке сбоеустойчивости модифицированного проекта микросхемы различные реализации модели возникновения неисправностей, подключаемой в виде динамической библиотеки.

5. Разработка альтернативных сбоеустойчивых архитектур СнК и их тестирование. В процессе тестирования исходного и модифицированного проектов микросхемы (обозначим их как ИПМ0 и МПМ0, соответственно) в платах расширения №1 и №2 может выявиться недостаточная эффективность механизмов обеспечения сбоеустойчивости. В этом случае осуществляется перепроектирование первоначального проекта микросхемы — создается новый исходный проект (ИПМ1) с альтернативной реализацией средств обеспечения сбоеустойчивости. Данный проект реализуется в качестве ПЛИС прототипа в плате расширения №3, и проводится проверка его функционального соответствия проектам ИПМ0 и МПМ0. В случае успешного проведения тестирования ИПМ1 модифицируется аналогично ИПМ0 — создается модифицированный проект МПМ1 с интегрированным микроядром, который реализуется в ПЛИС платы расширения №4. Далее проводится параллельное тестирование проектов ИПМ0, ИПМ1 без внедрения неисправностей, а также МПМ0 и МПМ1 с их внедрением. В результате удается определить архитектуру СнК, имеющую достаточный уровень сбоеустойчивости при заданных условиях внешних воздействий.

В заключение отметим, что создание новых высокопроизводительных средств тестирования сбоеустойчивых СнК, подобных представленному ПАК, крайне необходимо для дальнейшего развития отечественной микроэлектроники. Сокращение сроков проектирования и снижение стоимости работ позволят отечественным разработкам получить конкурентное преимущество, как на внутреннем, так и на международных рынках, что будет способствовать популяризации отечественной микроэлектронной продукции и реализации политики импортозамещения.

ОЛЕГ БРЕХОВ,
доктор технических наук, профессор,
Московский авиационный институт

КУЛЬТУРОЛОГИЯ

Пока не разобрались в собственных праздниках

История показывает, что каждая новая власть формирует собственную праздничную культуру, вытесняет из социального поля праздники предыдущей системы. Новые праздники нужны, чтобы наполнить их новыми условностями и ценностями.

Важная роль праздника состоит в утверждении нового социального порядка и решении идеологических задач новой власти, пишут доктор философских наук, профессор Ирина Малыгина и аспирант Виктория Артюшкина в журнале «Философия культуры».

Современную российскую культуру праздника точно так же следует считать индикатором состояния российской идентичности. Приходится констатировать, что система праздников и праздничных традиций в новой России постепенно разрушилась, что стимулировало, во-первых, разрыв в преемственности и ослабление культурного диалога поколений в том числе из-за непонятого отношения россиян к советской праздничной культуре; во-вторых, разъединение социально-культурного пространства России; в-третьих, неопределенность статуса религиозной праздничной культуры; и в-четвертых, эклектичность новых праздников. Очевидно, что на повседневном уровне люди могут не придерживаться официальной праздничной культуры и наделять статусом «настоящих праздников» совершенно иные

события. Особый интерес представляют привнесенные извне праздники, лишенные каких бы то ни было оснований на российской культурной почве: Хэллоуин, День св. Валентина, День св. Патрика. Широкое распространение и устойчивое бытование этих праздников в современной культуре россиян не исследованы культурологами. С одной стороны (и это было бы самым простым объяснением), речь идет, возможно, о такой важной черте праздничной культуры, как «карнавализация», со свойственными ей временным отказом от существующих социальных норм и «переворачиванием» социальных иерархий. С другой же стороны, странные праздники могут свидетельствовать о сублимации поисков идентичности в условиях кризиса традиционных ценностей и размывания образов идентичности, в частности, кризиса традиционной семьи; о забвении традиций народной культуры и об отсутствии единых гражданских ценностей и идеалов.



СОЦИОЛОГИЯ

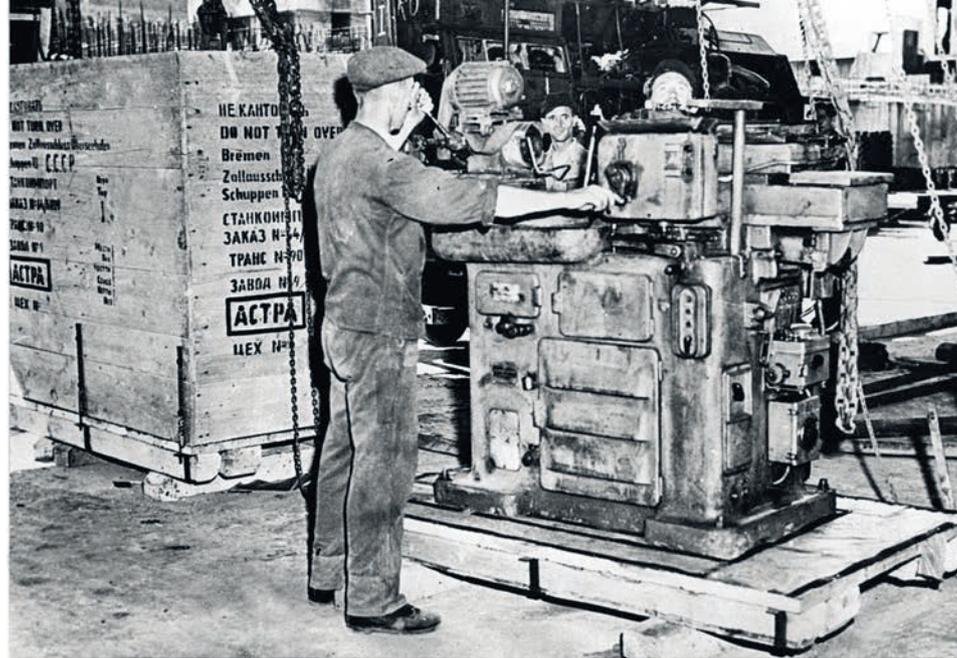
Россия приняла западное отношение к браку

Социологи пришли к выводу, что причины разводов в современной России в основном субъективны.

Выборка, которой пользовались исследователи, составила 415 человек, ее тип — случайная многоступенчатая, предельная ошибка выборки не превышает 5%. Средний возраст опрошенных составил 39,6 года. Подавляющее большинство опрошенных (84,3%) развелись однажды, 12,8% — два раза, представительство других разведенных (разводившихся три или четыре раза, а также не указавших очередность развода) в выборке статистически не значимо. По данным Елены Лактюхиной и Георгия Антонова, объективные социально-демографические характеристики как брака в целом (продолжительность, очередность, наличие и число детей в нем, совпадение либо несовпадение возраста, уровня образования, национальности и вероисповедания супругов), так и каждого из супругов



в отдельности (пол, возраст, уровни образования, благосостояния или дохода и пр.) не оказывают практически никакого влияния на устойчивость супружеских отношений и прочность брака. Примерно равную вероятность развестись имеют молодые и лица средних возрастов, богатые и бедные, люди с высшим и средним образованием, принадлежащие к одному социальному слою и к разным, состоящие в браке один-два года и много лет, с детьми



ИСТОРИЯ

Как Германия перестала платить репарации

Публикация в журнале «Новая и новейшая история» проливает новый свет на историю репараций Германии после Второй мировой войны.

По данным кандидата исторических наук Романа Болдырева, кандидата экономических наук Сергея Невского и профессора из ФРГ Вернера Плюмпе, США увязывали репарационный вопрос с более общим — об экономическом будущем Германии. Необходимо было не только ослабить Германию как военного противника и компенсировать нанесенный ей ущерб, но и подготовить почву для экономического возрождения Германии. Такая позиция должна была привести к отмене или ослаблению репараций, а значит, к столкновению с советскими интересами.

СССР с самого начала настаивал на максимальном размере возмещения и, прежде всего, в материальной форме: демонтаж промышленного оборудования (на фото), поставки готовой продукции, использование немецкой рабочей силы. Вопросы репараций вызвали на Ялтинской и Потсдамской конференциях бурную дискуссию союзников; решения вышли компромиссными по формулировкам, но больше устраивали западные державы. Это и предопределило переход к «позоному» принципу взимания репараций, предложенному американцами, что дало возможность СССР навертать упущенное в западных частях Германии за счет советской зоны оккупации. Британские и американские власти стремились если не остановить, то максимально осложнить демонтаж оборудования из своих зон оккупации в пользу СССР. В 1947 году англичане и американцы и вовсе сделали сознательный выбор в пользу прекращения репараций, что означало и разрыв сотрудничества с СССР. С этого момента единая экономическая политика в отношении Германии (репарационная политика была одной из важнейших ее составных частей) перестала осуществляться, и хозяйственное и политическое обособление Западной и Восточной частей Германии стало необратимым.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

РОДНОМО ИЗГОТАВЛИВАЛ
КАМЕННЫЕ ОРУДИЯ
3 МЛН ЛЕТ НАЗАД
НА ОСТРОВЕ СОКОТРА

стр. 44

УТЕРЯННАЯ ПРОЗРАЧНОСТЬ ИСТОРИЧЕСКИХ ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Санкт-Петербург — редчайший, если не единственный в России город, в котором можно говорить о прекрасно сохранившемся историческом архитектурном ансамбле. Однако совокупности зданий для целостного восприятия городской красоты недостаточно.



Что не учла ЮНЕСКО

При формировании представления об образе города его ландшафтные характеристики играют не меньшую роль, чем фасады расположенных в нем зданий: особенностью средневекового города считают узкие криволинейные улочки, а характерный «американский город» определяют не только небоскребы центра, но и ортогональная сетка городских магистралей. Время вносит свои коррективы, и некоторые европейские города (например, Лондон или Берлин) существенно изменили свой облик.

Ситуация в Санкт-Петербурге оценивается иначе. Решением ЮНЕСКО «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним группы памятников» получили статус объекта Всемирного наследия. Описывающая его особенности «Ретроспективная декларация о выдающейся универсальной ценности объекта...» утверждает: «В истории градостроительства Санкт-Петербург несомненно остается единственным крупным проектом, сохранившим свою логическую завершенность... Целостность объекта обеспечивается сохранением его планировочного каркаса... Первоначальная



планировка и большая часть аутентичной застройки в историческом центре Санкт-Петербурга являются выражением выдающейся универсальной ценности объекта... интегральной ценности в качестве исторического городского ландшафта.

Однако высказываемое при этом мнение, что «объект сохранил подлинность главных компонентов», представляется излишне оптимистичным. Чтобы подтвердить или опровергнуть этот тезис, обратимся к оригинальным графическим материалам и воспоминаниям современников.

Судьба пушкинского Петербурга

В первой трети XIX века на месте бывшего гласиса вокруг здания Адмиралтейства появились огромные площади (Исаакиевская и Петровская с западной стороны, Адмиралтейская — с южной, Дворцовая площадь и Разводная площадь с восточной). Они находились в тесном взаимодействии между собой и с «главной площадью» Санкт-Петербурга — величественной акваторией Невы. По контуру Адмиралтейства проложили бульвар. Его прогулочная аллея, обсаженная по бокам рядами стриженных деревьев, состояла из трех прямолинейных участков и имела общую протяженность около 1200 м. Здесь и гулял пушкинский Онегин, «надев широкий боливар».

С Адмиралтейского бульвара открывались виды на самые важные достопримечательности города. Вот что пишет Константин Батюшков: «Адмиралтейство, перестроенное Захаровым, превратилось в прекрасное здание и составляет теперь украшение города... Вокруг сего здания расположен сей прекрасный бульвар, обсаженный липами, которые все принялись и защищают от солнечных лучей. Прелестное, единственное гульбище, с которого можно видеть все, что Петербург имеет величественного и прекрасного: Неву, Зимний дворец, великолепные дома Дворцовой площади, образующей полукружие, Невский проспект, Исаакиевскую площадь, Конногвардейский манеж, который напоминает Парфенон, прелестное строение г. Кваренги, Сенат, монумент Петра I и снова Неву с ее набережными!»

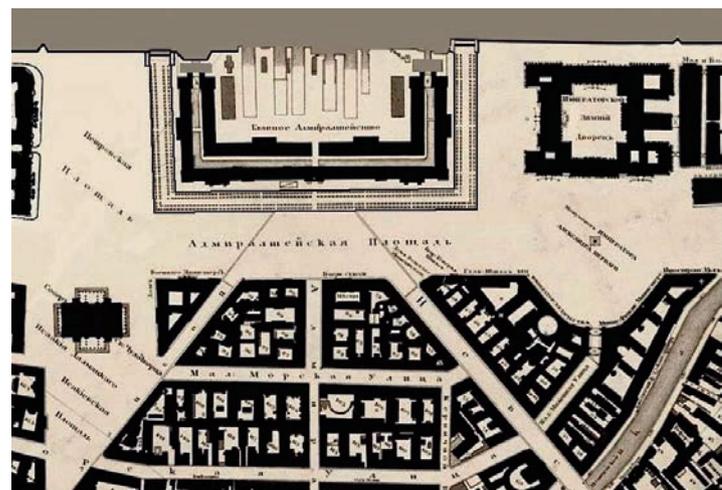
Тонкую полоску бульвара и очарование перетекавших друг в друга открытых пространств запечатлели Иоганн Барт, Карл Бегтров, Иван Иванов, Иоганн-Георг де Майр, Андрей Мартынов, Фердинанд-Виктор Перро, Григорий Чернецов.

В начале XIX века большие открытые пространства вокруг Адмиралтейства использовались для военных эскерциций и парадов. Адмиралтейская площадь была местом народных праздников: народ толпился у балаганов, аттракционов, ярмарочных палаток. Кипевшую здесь шумную городскую жизнь сочли неподходящим соседством для императорской резиденции, и с 1872 года гуляния перенесли сначала на Царицын луг (Марсово поле), а потом подальше, за Фонтанку на Семеновский плац.

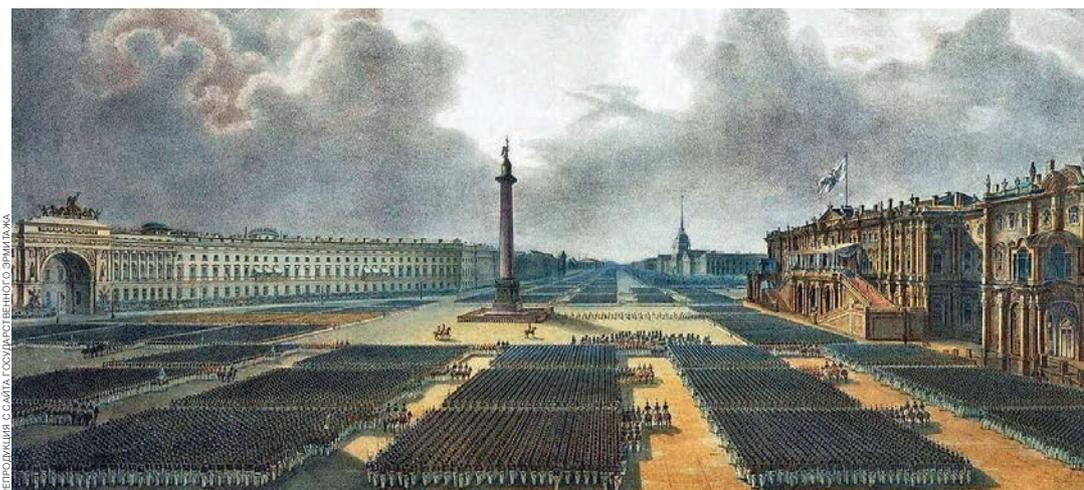
На территории вокруг Адмиралтейства решили разбить «общественно полезный» городской сад, предназначенный для отдыха в более интелли-

— Один из утерянных «открыточных» видов Санкт-Петербурга: широкая Разводная площадка, ограниченная фасадом Зимнего дворца и зеленью Адмиралтейского бульвара, направляет взор зрителя к стрелке Васильевского острова и к куполам Князь-Владимирского собора (картина Петра Верещагина «Вид на Дворцовую площадь»)

— Безграничие сливавшихся между собой просторов Дворцовой, Адмиралтейской и Исаакиевской площадей изобразили Луи Пьер-Альфонс Бишебуа и Адольф Жан-Батист Байо в день торжественного открытия Александровской колонны 30 августа (11 сентября) 1834 года



— Фрагмент плана Санкт-Петербурга 1828 года: виден размах системы площадей вокруг Адмиралтейства и четкая полоска узкого бульвара, охватывавшего Адмиралтейство с трех сторон. Отсюда прогуливавшемуся здесь Онегину открывалась прекрасная панорама центра Санкт-Петербурга



гентной форме, чем подразумевали снесенные балаганы. Такой сад можно считать предшественником массовых «парков культуры и отдыха», распространившихся в середине XX века.

Градостроительные аспекты не считались значимыми, и реализацию идеи поручили известному ботанику Эдуарду Регелю. Он с успехом решил выпавшие на него дендрологические задачи: не только подобрал 52 вида подходящих растений и организовал высадку 5260 деревьев и 12 640 кустарников, но и разместил таблички с указанием их сорта на русском языке и на латыни. В дополнение к зелени в саду появились объекты, призванные приносить доход: оранжерея, веранда-кафе, разнообразные торговые киоски. Неподалеку от памятника «Медный всадник» соорудили высокую альпийскую горку.

В 1874 году сад открыли, и система центральных площадей перестала существовать: вместо Петровской площади город получил Сенатский проспект, вместо Адмиралтейской площади — Адмиралтейский проспект.

Через 15 лет, когда деревья стали большими, выяснилось, что их разросшиеся кроны закрывают вид на Медного всадника. Корректурами занялся лично Александр III. В 1890 году он повелел вырубить деревья в той части сада, которая прилегала к берегу Большой Невы. Указание императора было выполнено незамедлительно. Открылся вид не только на памятник основателю Петербурга, но и на фасад Сената и Синода, а от набережной Невы — на лежащий в отдалении Исаакиевский собор. Топор дровосека звучал в саду и впоследствии: через шесть лет — когда прокладывали трассу городского транспорта восточного фасада Адмиралтейства, в 1929–1931 годах — когда трассу спрямили, и в 1923 году — когда проредили зелень по оси Адмиралтейства, чтобы раскрыть вид на золоченый шпиль и чашу фонтана у подножия.

На грани XIX–XX веков исчезла и свободная территория между Зимним дворцом и Адмиралтейством. Здесь, на Разводной площадке, проводили традиционные построения дворцового караула, устраивались важные государственные церемонии. Место было весьма популярно, его изображали П.П. Верещагин, Андрей Мартынов, Фердинанд-Виктор Перро, Василий Садовников: прямо от Главного штаба через широкий просвет между Адмиралтейским бульваром и фасадом Зимнего дворца открывались глубокие перспективы — Нева, Стрелка с ростральными колоннами и далее — купола Князь-Владимирского собора.

В 1902 году эти визуальные контакты были ликвидированы: место Разводной площадки отвели зоне безопасности, призванной защитить членов царствующего дома от террористов. От Зимнего дворца вдоль набережной в сторону Адмиралтейства протянулась массивная, установленная на гранитном основании, в два человеческих роста стена из песчаника, а над ней поднялась металлическая фигурная решетка. Ограда уходила далее в сторону Дворцовой площади и вновь замыкалась у здания Зимнего дворца. Изолированный высокими стенами участок перед окнами резиденции был доступен только членам императорской семьи и создавался как место их прогулок на свежем воздухе. Художественное оформление ограды было разработано Робертом-Фридрихом Мельцером и получило гран-при на выставке в Париже в 1900 году. Стена полностью отсекала пространство Дворцовой площади от простора Невы. Когда деревья подросли, изоляция центральных площадей от Невы еще больше усилилась. Между тем анти-террористическая система оказалась невостребованной: царская семья предпочитала находиться в Царском Селе, и собственный садик пустовал. После революции такой садик стал совсем не нужен. Ограду демонтировали, дорожки перетрассировали, что позволило пешеходам пересекать это место по диагонали.

Румянцевская площадь на Васильевском острове прилегает к Университетской набережной и сложилась на участке между Кадетской и 3-й линиями, где с 1764 по 1789 год располагался приобъектный склад строившейся Академии художеств. В 1818 году по предложению Карла Росси в центре площадки устанавливают обелиск «Румянцева победам», перемещенный с Марсова поля. С появлением монумента территория стала восприниматься аванплощадью, которая связывала акваторию Большой Невы с Кадетской линией. В 1830-е годы композицию обогатил двухъярусный причал с нижней грузо-

__В 1830-е годы художник Карл Беггров мог одновременно видеть Медного всадника, Сенат и Синод, Академию художеств и Румянцевский обелиск. Спустя 50 лет эту панораму расчленили массивы зелени



__Элегантная Румянцевская площадь в 1830-е годы прекрасно просматривалась с южного берега Большой Невы, с Английской набережной (литография Карла Беггрова). Сейчас ее открытое пространство заполнила разросшаяся зелень, а 20-метровый обелиск удается увидеть лишь в узкий просвет центральной аллеи

вой площадкой и двумя пандусами по бокам. Как показывают работы Карла Беггрова, Огюста Монферрана, Карла-Фридриха Саббата, площадь с обелиском стала украшением Университетской набережной, прекрасно просматривались с Невы и даже от Медного всадника. Выявленные художниками визуальные связи позволяют полагать, что мастер градостроительства России считал необходимым повысить роль Васильевского острова в композиции центра Санкт-Петербурга и именно поэтому установил обелиск высотой более 20 метров на Румянцевской площади.

В 1866–1867 годах обширный прямоугольный участок на площади обнесли чугунной оградой, а вокруг обелиска посадили деревья. Открытое пространство исчезло, между 1-й и 2-й линиями сложился массив глухой зелени. Румянцевский обелиск теперь можно увидеть лишь в узкий просвет центральной аллеи. На карте города это место продолжает называться площадью, но здесь числится лишь один дом.

Прискорбные итоги

Проведенный обзор эволюции свободных пространств, прилегающих к берегам Большой Невы, показал, что в конце XIX — начале XX века они претерпели радикальные изменения. Был нанесен серьезный удар ландшафтам исторического центра города:

- были нарушены визуальные связи акватории Невы с системой открытых пространств Адмиралтейской части и на Васильевском острове;
- комплекс площадей вокруг комплекса Адмиралтейства был расчленен;
- Адмиралтейский бульвар перестал существовать как самостоятельный элемент ландшафта, растворился в массе Александровского сада;
- стало невозможным восприятие в полном объеме главного фасада Адмиралтейства, ухудшились возможности осмотра Исаакиевского собора;
- появившиеся в это время городские сады по своему художественному уровню не соответствовали высокому классу находящихся поблизости строений и игнорировали ансамблевые принципы формирования среды Санкт-Петербурга.

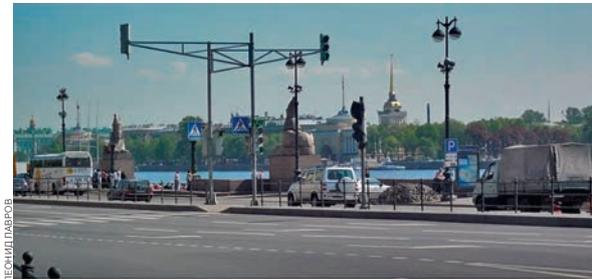
Можно констатировать, что «открыточные виды» исторического Санкт-Петербурга, зафиксированные пейзажистами в первой половине XIX века, ныне не существуют. «Единое непрерывное открытое пространство», как отличительная особенность градостроительной модели центра Санкт-Петербурга (Дмитрий Швидковский), которое сложилось к 1830-м годам, уже через несколько десятилетий было разрушено. Высказанное утверждение, что исторический центр Санкт-Петербурга «сохранил подлинность главных компонентов», оказывается недостоверным.

Время сажать деревья и время подстригать деревья

Перечисленные выводы частично повторяют суждения, высказывавшиеся авторитетными специалистами в прошлом. Георгий Лукомский, весьма критично оценивавший эволюцию облика Санкт-Петербурга на грани XIX–XX веков, считал счастливым исключением «...срубку исаакиевского сквера, что дало, наконец, возможность любоваться на расстоянии целым фасадом собора». Архитекторы Сергей Беляев, Артур Грубе, Мариан Лялевич, Мариан Перетяткович и Владимир Покровский предлагали раскрыть вид на главный фасад Адмиралтейства, для чего вырубить часть деревьев и разбить партер. Однако, как известно, архитектура — искусство королей: то, что позволено самодержцу, не позволено простым зодчим, — и проект отклонили. Михаил Рославлев в 1928 году называл вандализмом появление высоких деревьев со стороны главного фасада Адмиралтейства. Он писал: «В сто первый раз хочется выразить уверенность, что ансамбль Адмиралтейства и детали этой, ред-



__Современные панорамы Университетской набережной возле Академии художеств. Элементы технического назначения оставляют в тени памятники монументального искусства



чайшей в мире, архитектурной композиции будут в недалеком будущем восстановлены».

В наши годы эту проблему стараются не высвечивать («о прошлом либо хорошо, либо ничего»). Основным документом, определяющим пути развития и сохранения исторического наследия в городе, является постановление правительства Санкт-Петербурга от 1 ноября 2005 года №1681 «Петербургская стратегия сохранения культурного наследия». Разъясняется, что в нашем городе «предметами охраны культурного наследия являются характер среды, включающий планировочный модуль кварталов и участков, масштаб, высотность и членение застройки». После чего фиксируется «уникальная степень сохранности исторической застройки Санкт-Петербурга». Состояние открытых пространств не рассматривается, и в итоге появляется иллюзия, что всю современную городскую среду следует считать аутентичной. Не разъясняется, почему результаты «варварской» (Михаил Рославлев) градостроительной деятельности конца XIX — начала XX века не привлекают внимания и должны считаться «неотъемлемой частью исторического ландшафта».

Между тем современные методики реставрации обращают внимание на важность и возможность восстановления цельности ансамбля, а в городе есть опыт проведения подобных работ. Примером может служить Екатерининский парк Царского Села, где территорию Регулярного парка расчистили от появившихся в военные и послевоенные годы деревьев, а перед главным фасадом дворца разбили регулярный цветник. Тогда это вызвало ожесточенную дискуссию, оппонировал архитекторам сам академик Дмитрий Лихачев. Сегодня можно сказать, что убежденность авторов проекта полностью оправдала себя: обновленные ландшафты позволяют любоваться не только узорчатым многоцветьем посадок, но и раскрывают вид на весь более чем 200-метровый фасад.

Остается надеяться, что современные дендрологи продолжат труд, начатый ботаником Эдуардом Регелем. Сохраняя рекреационный и экологический потенциал Александровского и Румянцевского садов, они преобразуют их в открытые зеленые пространства, создадут в центре города настоящий дворцово-парковый ансамбль.

__Увеличивающаяся насыщенность городским транспортом уже давно мешает восприятию исторических ландшафтов (конки на Невском проспекте в начале XX века и туристские автобусы на Михайловской площади в начале XXI века)

Новое время — новые проблемы

Городская жизнь не стоит на месте и многие изменения отражаются на городском ландшафте. В XX веке наиболее заметным стало влияние транспорта. В свое время конки и впоследствии трамваи заслоняли шпиль Адмиралтейства, сегодня восприятие ансамблей центра затрудняет крупногабаритный транспорт.

Непременным элементом городских панорам, наряду с наружной рекламой, стали провода, дорожные знаки, которые часто засоряют прозрачность среды. Чтобы в этом убедиться, достаточно взглянуть на фотографии Университетской набережной, где небо затянато сеткой проводов, а величественные скульптуры сфинксов заслонены стойками светофоров и дорожными знаками.

Навстречу 500-летию Санкт-Петербурга: вперед, в прошлое

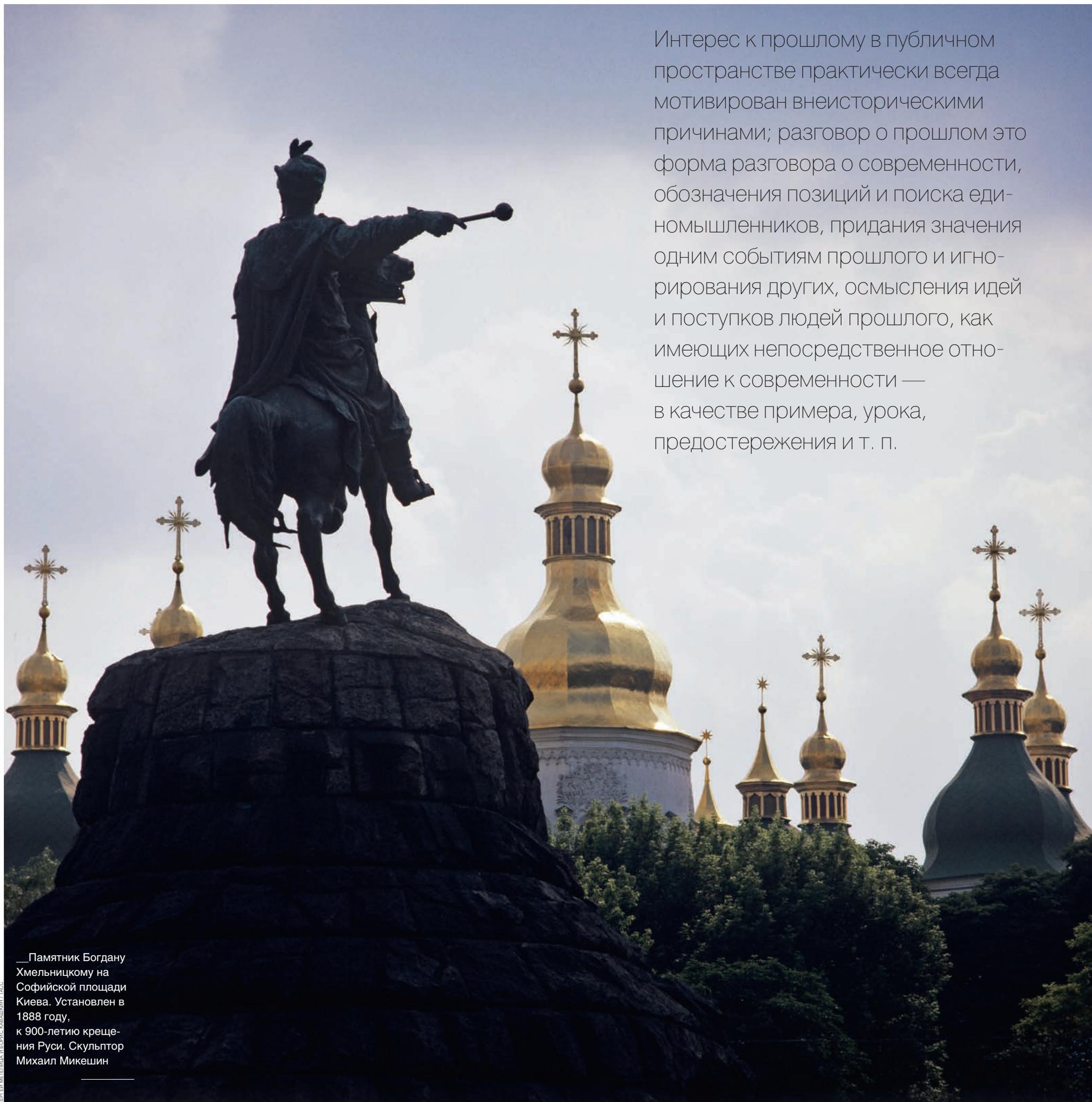
Санкт-Петербург — еще совсем молодой город, и перспективы его дальнейшего развития позволяют предположить, что лет через 200–300 удастся восстановить исчезнувший облик первых площадей русского ампира — Театральной и Коллежской. О правомочности этой мечты говорит пример Берлина, где снесли огромное здание Дворца Республики, чтобы воссоздать исторический королевский дворец. Хотелось бы надеяться, что наши потомки смогут увидеть настоящий пушкинский Петербург.

ЛЕОНИД ЛАВРОВ, доктор архитектуры, профессор;
АЛЕКСАНДРА ЕРЕМЕЕВА, кандидат архитектуры,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет



НЕДЕЛИМЫЙ БОГДАН

Интерес к прошлому в публичном пространстве практически всегда мотивирован внеисторическими причинами; разговор о прошлом это форма разговора о современности, обозначения позиций и поиска единомышленников, придания значения одним событиям прошлого и игнорирования других, осмысления идей и поступков людей прошлого, как имеющих непосредственное отношение к современности — в качестве примера, урока, предостережения и т. п.

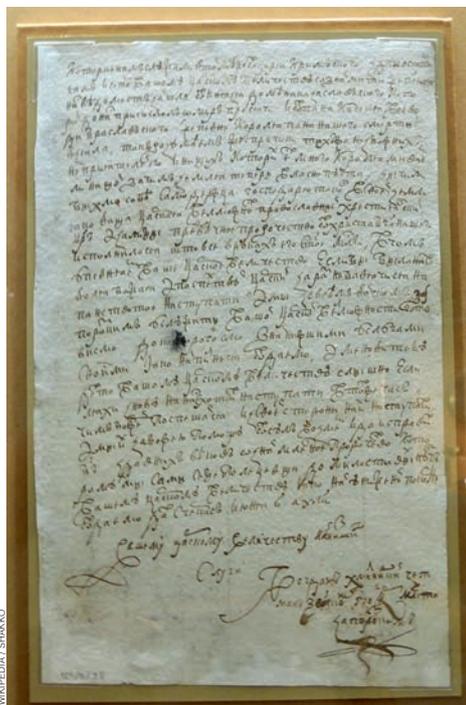


— Памятник Богдану Хмельницкому на Софийской площади Киева. Установлен в 1888 году, к 900-летию крещения Руси. Скульптор Михаил Микешин

СЕРГЕЙ МЕТЕЛИЦА / ИСТОРИК.КАВАЛИРИИ.ТАСС

Особенный интерес представляют ситуации, когда одно и то же событие или лицо выступает в качестве позитивно значимого одновременно для целого ряда весьма различных групп и сообществ. Здесь противостоятся разворачивается не по поводу включения или исключения события или персонажа из списка памятных дат или героического пантеона, а на предмет того, в каком качестве его оценивать, в чем именно состоит его героическая роль; сам героический статус сомнению не подвергается. Ярким примером служит история интерпретации фигуры Богдана Хмельницкого в Российской Империи второй половины XIX — начала XX века.

Для сложившейся к середине XIX века официальной имперской историографии, отразившейся, например, в гимназическом учебнике Устрялова, который затем, во второй половине столетия, был сменен целой серией учебников Иловайского, Богдан Хмельницкий вполне традиционным образом выступал как один из ключевых персонажей отечественной истории, один из тех немногих деятелей прошлого, помимо государей, подробности биографии которого должны были быть известны ученику. В интерпретации, предлагавшейся Устряловым, акцент делался не на стремление казаков или других обитателей Малороссии к соединению с Московским царством: последнее толковалось как единственный оставшийся у Хмельницкого выбор к 1654 году. Восстание 1648 года представало следствием слабости польской королевской власти, в лице короля Владислава сочувствовавшей требованиям казаков, но не способной ничем существенным подействовать, производным от слабости королевской власти «самовластия магнатов», одержимых своими частными интересами и забывших о благе отчизны, «изуверства езуитов, корыстолюбия жидов». Казаки в этой логике «сражались за веру праотцов, за права, утвержденные Баторием», что объединяло защиту православия и защиту своих прав, но первое превращало дело казаков в общее дело Малороссии. Единство России оказывалось обстоятельством, которое не требовало отдельного обоснования — оно предстало естественным результатом исторического хода событий, Малороссия восставала против Речи Посполитой по своим собственным причинам, но найти удовлетворительное решение своих чаяний она могла в конечном счете лишь под властью московского царя.



Письмо гетмана Богдана Хмельницкого царю Алексею Михайловичу с сообщением о победах над польскими войсками и желании запорожских казаков вступить в русское подданство. Черкассы, 1648 год, 8 июня. РГАДА

Портрет Богдана Хмельницкого, XVIII век. Холст, масло. Неизвестный художник. Государственный музей украинского изобразительного искусства

основании договора, т. е. обе стороны приняли на себя обязательства, а последующая история должна была доказать, что малороссийская сторона, со своей стороны, обязательства добросовестно исполняла, тогда как московская их регулярно нарушала — что превращает «Историю русов» в обвинительный лист против центрального правительства. Потому, например, для автора «Истории...» столь важно доказать, что к «измене Мазепы» было причастно лишь малое число казаков: несмотря на предшествующие насилия и утеснения, совершенные Москвой, казачество осталось верно договору. В этой логике речь, следовательно, идет не о привилегиях, дарованных Малороссии по тем или иным практическим соображениям, а о правах, ей принадлежавших и, следовательно, не могущих быть утраченными в результате какого-либо насилия или пренебрежения. Реагируя на унифицирующую и централизующую политику Российской Империи первой половины XIX века, казачья старшина пытается отстоять свое положение, апеллируя к прошлому, тогда как центральная власть отсылает к логике единого порядка, модернизации имперских структур и гражданского положения подданных.

Своеобразным наследником казачьей историографии стал Николай Костомаров — в 1856 году на страницах «Отечественных записок» выходит его готовившаяся с 1840-х годов монография «Богдан Хмельницкий». Она имела столь широкий читательский успех, что уже два года спустя вышла отдельным книжным изданием, — событие по тем временам весьма редкое. В глазах отечественной публики «Богдан Хмельницкий» останется одним из самых известных текстов историка, привлекательным для сторонников весьма разных политических воззрений. Богдан Хмельницкий в изложении Костомарова предстанет выразителем «народного духа» и «народных устремлений». Для одних ключевым будет то, что он явился борцом за православную веру, для других — характеристика последней в качестве веры народной; для симпатизантов раннего украинского национального движения важным станет повествование об освободительном движении и яркое изображение героических страниц истории Малороссии, сторонники же имперского взгляда будут ценить у Костомарова антипольский пафос, актуальный в свете польского политического движения конца 1850-х годов и еще более — после польского восстания 1863 года. Если, с одной стороны, Костомаров наследует «Истории русов» в своем изображении фигуры Богдана Хмельницкого, то с другой — он демонстрирует, насколько «История...» осталась в прошлом: основным фигурантом исторического действия для Костомарова, в свете новых и исторических, и политических веяний, выступает не особое сословие (казачество), не привилегированные слои (казачья старшина), а «народ» — и Богдан Хмельницкий оказывается героической личностью именно потому, что оказывается способен, при всех своих недостатках и слабостях, вопреки всем ошибкам, выразить народную волю и стать во главе народного движения. Образ, созданный Костомаровым, тем самым оказывается привлекателен и для тех, кому важно, что Богдан Хмельницкий оказывается выразителем именно украинского народа, и для тех, кто на первом плане стоит фигура народного вождя, — закономерно, что Костомаров окажется одновременно и самым популярным автором среди разнообразных украинских националистических кружков и движений на протяжении последующего пятидесятилетия, и для российских радикалов, безразличных к националистической проблематике, но в высшей степени заинтересованных в истории народных движений. Так же закономерно, что зачастую этот текст Костомарова будет читаться в паре с его же вышедшим двумя годами позднее в тех же «Отечественных записках» «Бунтом Стеньки Разина».

Богдан Хмельницкий оказывается героической личностью именно потому, что способен выразить народную волю и стать во главе народного движения

В принципе, от интерпретации Устрялова не очень далеко отстоит известный памятник политической мысли казачьей старшины, созданный в 1820-х годах памфлет «История русов», приписанный сочинителем архиепископу Григорию Конисскому, почитаемому церковному деятелю екатерининской эпохи. Если оставить в стороне вполне понятную разницу стиля и тона сухого учебного курса и патриотического памфлета, с массой как реальных, так и вымышленных деталей повествовавшего о казачьих подвигах, то и для «Истории русов» Хмельницкий — великое историческое лицо, добившееся для казачества наивысшей силы и славы. Расхождение между Устряловым и неизвестным памфлетистом — в приложении исторических тезисов к современности. В исторической оптике, предлагавшейся Устряловым, благо единства Руси не требует доказательств — оно свершившийся факт, исторический путь, пройденный от первоначального единства через разделение и затем собиране раздробленной Руси в руках двух держав — Московского и Литовского великих княжеств, из которых завершить дело объединения выпало на долю первого. То, каким образом конкретные земли вошли в состав империи, — предмет исторического любопытства и, если речь о делах сравнительно недавних, то и политических соображений, но ссылка на историческое прошлое сама по себе не имеет силы — условия первоначального вхождения многократно затем переменялись. То, каков был первоначальный статус, например, гетмана, или условия, на которых Малороссия подпала под власть Московского государя, мало что могут сказать о современном положении. Напротив, для автора «Истории русов», здесь выражающего мнение казачьей старшины, остро недовольной пересмотром ее статуса и унификацией управления областью бывшего Гетманата с внутренними губерниями империи, историческое прошлое свидетельствует об особом статусе Малороссии (которая в данном случае тождественна Гетманату) — история Богдана Хмельницкого и Переяславской рады должна свидетельствовать, что Малороссия вошла в состав Московского царства по соглашению, на



Выступление Кулиша вызовет громкие протесты практически со всех сторон одновременно — московский историк Карпов незадолго до своей смерти напишет полемическую брошюру, целиком направленную против взглядов Кулиша, озаглавив ее «В защиту Богдана Хмельницкого» (ранее в своей диссертации он подверг сокрушительной критике «Богдана Хмельницкого» Костомарова). Для Карпова Хмельницкий выступает одной из героических личностей общей русской истории, великим деятелем, осуществившим присоединение Малороссии к России. Критические нападки Кулиша на Хмельницкого однозначно интерпретируются Карповым как «польская интрига», стремление представить Речь Посполитую и польскую шляхту государством и обществом более высокой культуры по сравнению с Малороссией или Московской Русью. По мнению Карпова, этот тезис дважды неверен. Во-первых, культура эта является католической, проникнутой ложными началами — и в конце концов ведущей к культурному отставанию (отметим, что обычный упрек антипольских публицистов состоял в указании на «фанатизм», присущий католичеству, — черту, отнюдь не последнюю к «средним векам»; такого рода полемика с российской стороны обычно вооружалась просвещенческими принципами). Во-вторых, это культура меньшинства — изысканность богатой шляхты оплачивалась невежеством народа, так что понижение высокой культуры далеко не всегда тождественно понижению культурного уровня простого народа. В свою очередь, еще ранее против Кулиша выступит Костомаров, защищая казачество и обвиняя своего бывшего приятеля в опорочивании исторического прошлого Малороссии.

В комбинации противостоящих сил альтернатива, которую в агрессивной манере пытался отстаивать Кулиш, оказалась несозвучной никому. Для Кулиша украинский народ выступал народом «безгосударственным», его национальное существование мыслилось в культурной и общественной работе, для которой он должен обрести простор в имперских рамках, а не стремиться к достижению государственной независимости, не способной принести ему счастье и благополучие. Российская империя выступила тем политическим целым, внутри которого украинский народ смог добиться реализации своих исторических задач: выхода к Черному морю, хозяйственного овладения степью. Сожалеть об утрате былой автономности Гетманата не приходится, выгодного не украинскому народу, а казачьей старшине, использовавшей автономию для укрепления своего господства над простым народом. Еще в меньшей степени обоснованы сетования на неслучившуюся самостоятельность Малороссии. Ведь сделайся она возможной в минувшие столетия, это не позволило бы осуществить ни одну из стоявших перед Украиной задач, — тогда как и сейчас еще, на взгляд Кулиша, остается задача завершения собирания Руси (подразумевается Восточная Галиция, находившаяся в составе Австро-Венгрии), что по силам только Российской Империи.

Для сторонников украинского национализма в целом, независимо от его конкретных направлений, логика Кулиша была неприемлема уже потому, что лишала национальное движение исторического пантеона, подвергала радикальной ревизии корпус национальных героев и, в первую очередь, сводила с пьедестала Богдана Хмельницкого, превращая его скорее в антигероя украинского прошлого. Для официальной российской историографии неприемлемым являлись не только нападки на одну из важных фигур имперского пантеона, играющего роль связующего звена в разошедшихся некогда, согласно этому пониманию, ветвей русской истории, но и, что гораздо важнее, рассмотрение малороссов в качестве отдельного украинского народа, пребывающего в составе Российской Империи, а не одной из составных частей «большой русской нации». Если для русской историографии первых десятилетий XIX века такое прочтение было приемлемо, то во второй половине того же столетия ситуация принципиально изменилась: Российская Империя, быстро «национализируясь», стремилась к формированию триединой «большой русской нации», состоящей в качестве национального ядра разнородного пространства из великороссов, малороссов и белорусов. В логике «большой нации» русские оказывались подавляющим большинством империи, тогда как логика разных «русских народностей» означала, что подобного подавляющего большинства нет и империя состоит из различных народов, ни с одним из которых она не может быть вполне отождествлена.

Зримым воплощением этого сложного единства политически расходящихся вплоть до противоположности позитивных интерпретаций образа Богдана Хмельницкого стал памятник, установленный ему на Софийской площади в Киеве в 1888 году. Первоначальный проект памятника, задуманного вскоре после польского восстания 1863 года, на волне патриоти-



— «Переяславская рада». Холст, масло. Художники Михаил Дерзгус и Сергей Репин. Картина написана к 300-летию воссоединения Украины с Россией



— Орден Богдана Хмельницкого I степени. Учрежден 10 октября 1943 года

ческого возбуждения, охватившего публику, предполагал сложную композицию. Помимо самого Хмельницкого, изображенного верхом, Микешин изобразил скатывающихся из-под ног гетманского коня польского шляхтича, иезуита и еврея, а с противоположной стороны — укрытых под скалой и защищаемых сверху гетманом великоросса, малоросса и белоруса, слушающих пение слепого кобзаря, повествующего о гетманских подвигах и воплощающих идею триединого русского народа. В дальнейшем проект подвергся многочисленным переработкам, направленным в сторону смягчения, чтобы в результате принять знакомый ныне облик, лишившись скалы, напоминающей «Медного всадника» (гетман переместился с нее на курган, более типичный для среднего течения Днепра), и потеряв аллегорические фигуры. В комиссию по сооружению памятника вошли как государственные чины, так и известный борец за «русские интересы» в Южном крае Михаил Юзефович, и один из важнейших деятелей украинского национального движения Владимир Антонович. Открытие памятника было приурочено к июлю 1888 года, когда Киев стал центром общеимперского празднования 900-летия крещения Руси — тем самым подчеркивался конфессиональный характер национального единства, провозглашенного в надписях по двум сторонам памятника: «Волим под царя восточного, православного» и «Богдану Хмельницкому единая неделимая Россия» (вторая из них была авторства Юзефовича).

Если сам конный памятник при многочисленных последующих сменах режимов в Киеве не вызывал возражений, то о надписи подобной сказать нельзя — в итоге она была заменена на нейтральную: «Богдану Хмельницкому. 1888». Аналогичные сложности возникли и с направлением, на которое должен был указывать своей булавой гетман. В исходном замысле это должна была быть Польша — Хмельницкий символически звал на борьбу с ней, что имело непосредственный смысл в контексте 1863 года и борьбы с польским влиянием в Киеве и в Юго-Западном крае Российской Империи. Однако в таком случае конь оказывался повернут задом к Михайловскому монастырю, в связи с чем, во избежание ослабла, фигуру было решено несколько повернуть — и теперь гетман стал указывать куда-то на север, что, например, в последнем, составленном еще при Российской Империи, путеводителе по Киеву, авторства Шероцкого, интерпретировалось как «в направлении Москвы». И историческая фигура гетмана, и киевский памятник ему стали актуальны в контексте поиска государственной традиции для украинского национального движения и придания ей недостающей временной глубины: в 1918 году на Софийской площади съезд хлеборобов провел торжественное «выкликание» гетманом П. Скоропадского, а в 2005 году, за день до официального вступления в должность президента Украины, там же выкликали на гетманство В. Ющенко; а в 1954 году памятник и фигура гетмана стали одной из центральных точек в праздновании «трехсотлетия воссоединения Украины с Россией», где уже в самой формулировке празднования звучала официальная формулировка последних десятилетий Российской Империи. Исторические споры, начатые вокруг фигуры Богдана Хмельницкого в «век национализма», как традиционно принято называть XIX век, звучат по сей день именно потому, что он оказался амбивалентным персонажем. То, что мы знаем о малороссийском гетмане и его времени, дает запас аргументов для любого рода воззрений. Объединяет же все эти воззрения свойственный им исторический анахронизм, стремление прочесть события минувшего прошлого так, как если бы они были современны нам и предполагали для действующих тогда лиц выбор в понятиях, привычных нам, но совершенно чуждых им самим.

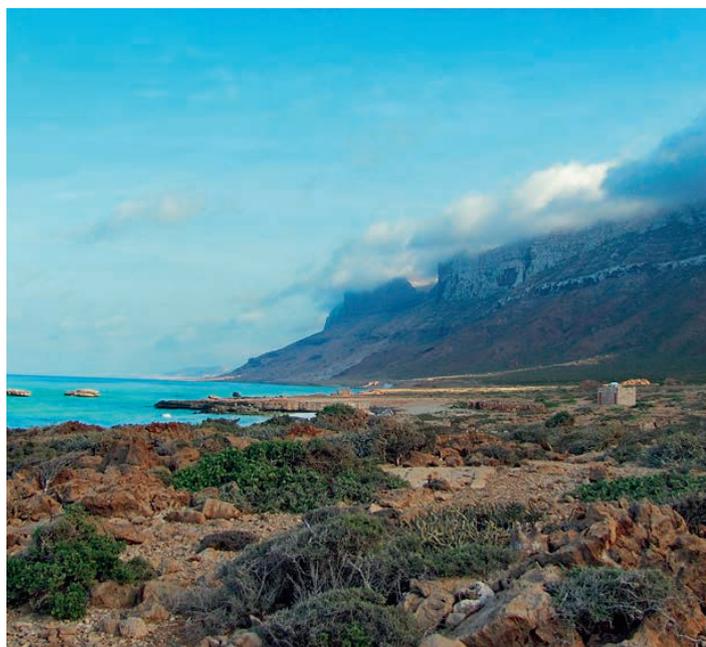
АНДРЕЙ ТЕСЛЯ, кандидат философских наук, доцент кафедры философии и культурологии, Тихоокеанский государственный университет

Богдан Хмельницкий символически звал на борьбу с Польшей, что в контексте 1863 года и борьбы с польским влиянием в Киеве и в Юго-Западном крае Российской империи имело непосредственный смысл

РУКОПОЖАТИЕ НА СОКОТРЕ ЧЕРЕЗ МИЛЛИОНЫ ЛЕТ



Йеменский остров в Индийском океане был местом изолированного существования представителей рода Ното — олдованской культуры. Свидетельство тому — каменные орудия, которые на Сокотре буквально валяются под ногами.



В конце 2016 года группе лингвистов экспедиции во главе с заведующим кафедрой истории и филологии Древнего Ближнего Востока Института восточных культур и античности РГГУ Леонидом Коганом удалось вызвать с йеменского острова Сокотра в Индийском океане в Оман своих информантов и завершить работу над составлением словаря ко второму тому «Корпуса сокотрийского фольклора». В этом уникальном издании российские лингвисты под руководством академика, научного руководителя Института востоковедения РАН Виталия Наумкина собрали тексты на местном языке, относящимся к современным южноаравийским языкам семитской группы, как в транскрипции, так и в разработанной ими же системе сокотрийского письма на арабской основе. По сути дела, они разработали систему письма для архаичного языка жителей острова, что получило высочайшую оценку в мировой науке.

К сожалению, у археологов Российской комплексной экспедиции в Республике Йемен нет возможности перенести объекты на безопасные территории. Поэтому так и не приступил к раскопкам на Сокотре первых памятников античного времени ведущий научный сотрудник Института истории материальной культуры РАН (Санкт-Петербург) Юрий Виноградов. За «исследовательским бортом» остались и древнейшие памятники каменного века — загадка всех загадок острова, разобраться в которой можно только на месте и с привлечением специалистов из многих отраслей знания.

В 2008 году экспедиция сделала открытие во всех отношениях экстраординарное. На острове, за сотни километров от материков, ученые зафиксировали многочисленные комплексы каменных орудий, которые по типологическим показателям относятся к древнейшей в истории человечества олдованской культуре, увязанной с самыми первыми представителями рода Ното, истоки которой уходят вглубь времен на 3 млн лет. Как констатировал в книге «Острова архипелага Сокотра (экспедиции 1974–2010 гг.)» Виталий Наумкин, вплоть до последних открытий российских археологов никто из исследователей не рискнул предположить время заселения (острова) более отдаленное, чем эпоха древних южноаравийских государств.

В историко-геологическом отношении Сокотра — самый крупный остров одноименного архипелага, являющегося продолжением оконечности

___ Следы олдованской культуры остались везде, где под рукой у древних мастеров был подходящий материал

___ Сокотра была единым целым с африканским континентом, но в ходе тектонических сдвигов оказалась изолирована от остального обитаемого мира

___ Количество обнаруженных на Сокотре каменных орудий исчисляется тысячами

Африканского Рога. Помимо самой Сокотры в него входят острова Абд-эль-Кури, Самха и Дарса, а также еще два безводных скальных выступа. Протяженность Сокотры составляет 125 км, ширина — 42 км, площадь — 3650 кв. км. В климатическом отношении архипелаг относится к зоне и жарких сухих тропиков. На Сокотре описано не менее 850 растений, из которых 270 видов — эндемики. А вот крупные млекопитающие здесь отсутствуют, за исключением летучих мышей. Для нас же самым важным моментом, несмотря на значительную удаленность островов, является их геологическая связь с той территорией восточных районов африканского континента, колыбели человечества. Сюда входят Эфиопия, Танзания и Кения, где в 1960-х годах известные археологи Мэри и Луис Лики и обнаружили первые образцы древнейшей каменной индустрии mode 1 — олдован..

Когда в ноябре 2008 года я первый раз летел из йеменской столицы Сана с посадкой на дозаправку в порту и административном центре провинции Хадрамаут вечно солнечной Мукалле, то получасовой путь от нее к Сокотре показался вечностью. Внизу вода и только вода. Несколько сот километров сплошного океана и больше ничего. Сокотра для начальника экспедиции, генерального директора Музея искусства народов Востока Александра Седова и руководителя отряда Наумкина была знакома еще с 1970–80 годов, и объектов для работы по их линии было более чем достаточно. Меня же, чьи интересы были связаны с каменным веком, перелет поверг в уныние. Правда, было несколько обнадеживающих моментов. Популяции первобытных людей могли проникнуть на остров с африканского континента в одну из эпох материковых оледенений Северного полушария, когда уровень океана падал на 150 м и возникали крупные массивы суши — сухопутные мосты для миграции. На размышления также наводило и странное отсутствие на острове млекопитающих. Не приложили ли к этому руку, в прямом смысле, наши предки? Хотя эти гадания в основном были для самоуспокоения, но все-таки внушали надежды. А кроме того, ведь известно, что в основе настоящего научного открытия должна лежать самая сумасбродная идея. Это-то и вселяло надежду.

Первые каменные артефакты были найдены на острове на третий день после нашего прибытия. Причем прямо с машины, как и полагается в век техники. Но вначале были длительные и утомительные маршруты по доли-

не Хадибо, где расположен одноименный административный центр Сокотры. Во время разведок попалось несколько интересных предметов. Но нужны были веские аргументы, чтобы убедить в реальности каменного века на острове коллег, которые хоть и подбадривали, но мало верили в успех сомнительных, по их мнению, начинаний. Призывал не унывать основной раскопщик экспедиции Виноградов. Я благодарен всем моим коллегам, особенно Седову и Наумкину, за предоставленную свободу действий!

И вот однажды утром я попросил остановить машину у скопления нескольких крупных галек: как мне показалось из кабины, у них имелись участки специфичной волнистой поверхности, которая образуется после преднамеренного раскалывания куска породы рукой человека. Через неделю количество обнаруженных орудий исчислялось тысячами, и некоторые из них по размерам явно указывали, что их хозяева питались не травой и орехами.

Особенно много артефактов было к югу от селений Сук и Шекк. Они лежали прямо на дневной поверхности, а точнее, на известняковой плите, слегка перекрытой шлейфоподобными конусами выноса устьевых частей нескольких небольших пересыхающих в жаркое время речушек — вади. Такая дислокация предметов характерна практически для всех открытых на острове стоянок олдована. А долины и плато — не что иное, как поднятые в процессе горообразования участки известнякового морского дна. В течение следующих полевых сезонов на острове были открыты десятки стоянок с великолепными коллекциями орудий олдованской культуры, что подтвердил известный археолог, открывший еще в 1980-е годы аналогичные стоянки на юге Аравийского полуострова, член-корреспондент, заведующий отделом археологии каменного века Института археологии РАН Хизри Амирханов. Большинство из артефактов были изготовлены на гальках, обломках и слабоокатанных плитках. Они подбирались древними мастерами такой формы, которая оптимально подходила для изготовления необходимого орудия при наименьших усилиях.

Наиболее типичным для олдована является рубящее орудие чоппер. Рабочий край его формировался серией сколов как с одной, так и с двух сторон (чоппинг). Иногда древний мастер выравнивал поверхность сформированного лезвия за счет серии мелких сколов, как бы ретушируя ее для получения нужной формы и остроты. Более того. Некоторые участки орудий подвергались дополнительной обработке — аккомодации — для лучшей фиксации в руке. Древние Номо не только в совершенстве владели техническими приемами обработки камня, но и были прекрасно осведомлены о свойствах горных пород. В районе селений Сук и Шекк они отдавали предпочтение аргиллиту — твердой камнеподобной глинистой горной породе, дающей очень четкий скол и не крошащейся при работе. На западной окраине Хадибо у вади Шеаб-Рехабе подавляющее количество артефактов изготовлено из яшмовидных пород. Предметы из кремня преобладают на стоянках Восточного плато и долины Тардитрера. На востоке острова древние мастера использовали гальку красной кварцитоподобной породы.

Не будет большой ошибкой утверждать, что носители олдованской культуры оставили на Сокотре следы пребывания везде, где был необходимый материал для изготовления орудий труда. В этой связи не могу не рассказать об удивительном «рукопожатии» через миллионы лет. Во время одного из маршрутов на восточной оконечности острова мы обследовали спускающиеся к морю пологие скальные поверхности, на поверхности которых «зацепились» огромные каменные глыбы, катившиеся сверху во время крупных землетрясений. Решив слегка передохнуть от жары под козырьком одной из них, я вдруг увидел в углу довольно архаичный чоппер, со слегка разрушенной от времени галечной коркой. Он лежал одиноко в углу навеса на довольно ровном участке известнякового пола. Никаких других предметов и следов пребывания людей здесь не было, да и быть не могло. И я вдруг явственно понял, что стану единственным, кто дотронется рукой до предмета, оставленного почему-то именно здесь его хозяином целую вечность тому назад. Наши руки встретились... Это было незабываемое чувство, державшее в возбуждении до самого вечера.

На данном этапе исследования каменного века Сокотры отдельные артефакты, небольшие комплексы изделий, стоянки с многочисленными образцами всех типов предметов, характеризующих все этапы обработки горных пород для получения нужного орудия, зафиксированы во всех трех геоморфологических районах острова. Они найдены во время рекогносцировочных маршрутов, которые часто проходили в компании йеменских коллег и кандидата исторических наук, руководителя научно-издательского отдела Института востоковедения Алексея Сарычева, на прибрежных равнинах, окаймляющих остров, платообразных возвышенностях и на участках, прилегающих к горе Хагбер, протянувшейся через восточную часть участка суши в субширотном направлении. Российские археологи на Сокотре не обнаружили памятников, которые по технико-типологическим показателям, набору орудий и т. д. можно было бы отнести к поздним индустриям, следующим за олдованом. Вместе с тем и олдован — не застывшая во времени культура. В течение сотен тысяч лет рядом с чопперами появлялись другие орудия, техника раскалывания и вторичной обработки каменных заготовок совершенствовалась. И все это можно проследить на коллекциях памятников с Сокотры, которая в то время находилась на краю ойкумены.



— Техника изготовления каменных орудий все время совершенствовалась



Не будем гадать, кто здесь из наших предков — Номо habilis (человек умелый), Номо ergaster (человек работающий) или Номо erectus (человек прямоходящий) — и в каком количестве оставил следы своей хозяйственной деятельности. Есть надежда, что раскопки в пещерах, где имеются мощные отложения, когда-нибудь ответят на этот вопрос.

Однако уже первые находки на стоянках в Хадибской котловине показали, что здесь имеет место смешение разновременных (но в пределах олдована!) артефактов каменного века. Рядом с архаичными чопперами находились искусно изготовленные скребла, орудия пикообразных и кливероподобных форм. Было сделано предположение, что представители рода Номо жили здесь длительное время или неоднократно возвращались в эти благодатные места с несколькими водными артериями, неисчерпаемыми запасами горной породы для изготовления орудий и близостью океана с его биоресурсами.

Весьма показательным стал памятник Шеаб-Рехабе на западной окраине Хадибо. Он единственный пока на острове, где артефакты обнаружены не на дневной поверхности, а в толще бортовых отложений сухого вади. Посетивший это место профессор кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Андрей Лукашов отмечает, что в разрезе слабо цементированной толщи прослеживается чередование горизонтов уплотненных галечников со слоями суглинистого материала вперемежку со слабо окатанными обломками и плитками темно-серых аргиллитов, а в большинстве зеленовато-серой яшмы, которые служили исходным материалом для изготовления орудий. Мощность отложений Шеаб-Рехабе при выходе вади к морю достигает 8–9 метров. Визуально верхняя толща отложений серо-бурого цвета, в то время как залегающие ниже слои — ярко выраженного бурого с красным оттенком цвета. Все это свидетельствует о различных климатических условиях при их формировании.

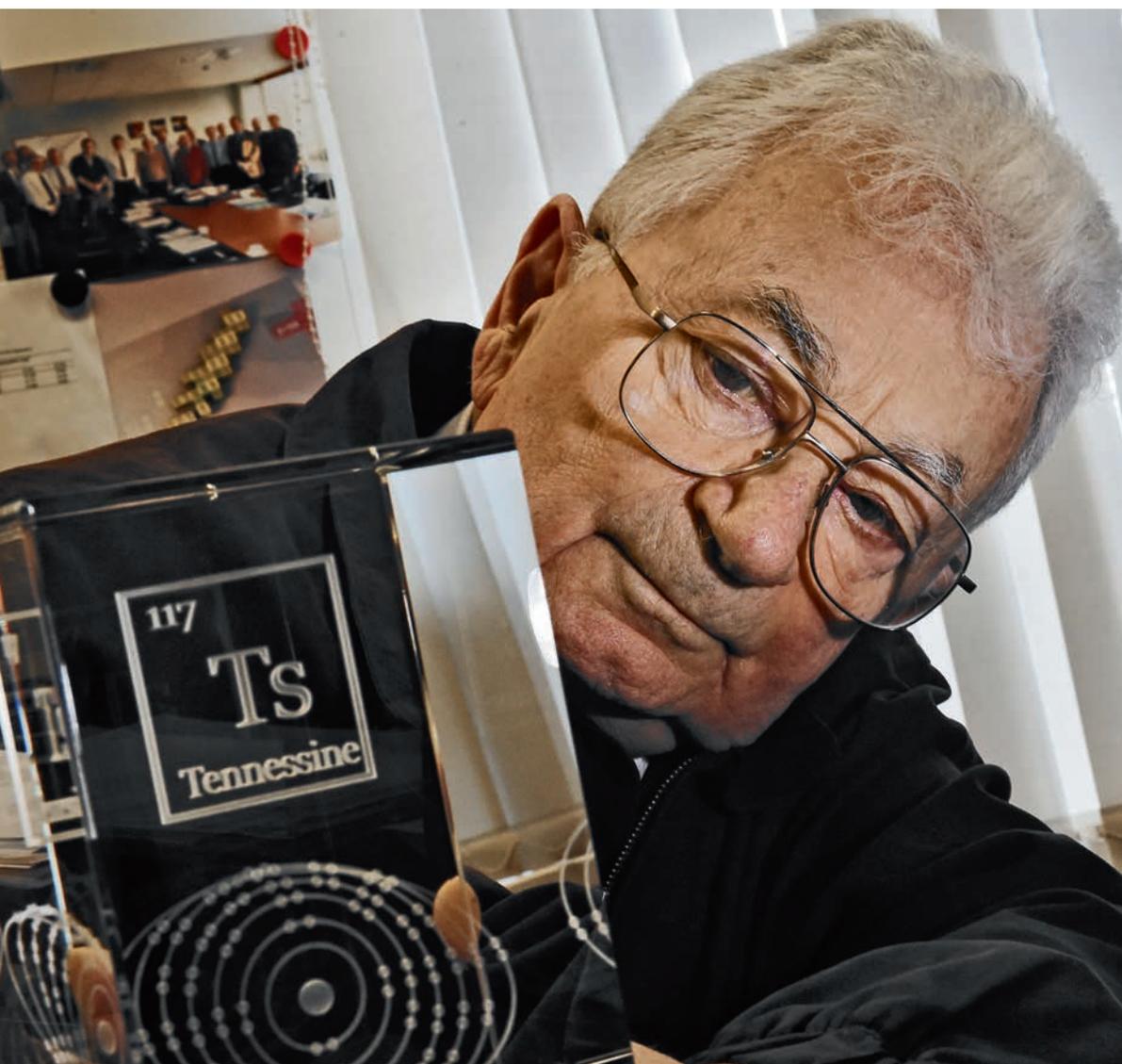
У нас пока нет абсолютных датировок для отложений Шеаб-Рехабе, но можно с уверенностью говорить о технико-типологических отличиях в артефактах, извлеченных с различных уровней разреза, а значит, и об эволюции олдованской культуры. Архаичные, массивные орудия на глубине 5–5,5 метра замещают более изящные по форме артефакты на уровнях, расположенных ближе к дневной поверхности. Наши наблюдения дают основания полагать, что Сокотра на протяжении длительного времени входила в зону формирования и развития олдована, а значит, в то время территориально и культурно была единым целым с африканским континентом. На определенном этапе остров со всеми обитателями оказался в полной изоляции в результате тектонических подвижек. Скорее всего, это произошло во время глобального возобновления процессов горообразования, начиная с времени 1,8 млн лет назад (по А. Лукашову). Такая датировка подтверждается археологическими материалами, фиксирующими последнюю стадию развития олдована и первые признаки появления новой индустрии. Трудно судить о том, какую роль в расширении ареала обитания представителей рода Номо сыграли материковые оледенения, приводившие к значительным падениям уровня Мирового океана. Но в любом случае связь этих глобальных природных явлений с возможным освоением новых территорий носителями олдованской культуры выглядит куда более приемлемой, чем появившиеся в последнее время разного рода гипотезы об их возможностях преодолевать водные расстояния на подсобных средствах. Они стали плодиться после сообщений о материальных и антропологических находках на ряде островов в разных частях земного шара. Однако совершенно не понятно, как на упавших стволах деревьев можно путешествовать по океаническим просторам, где направления движения воды связаны с отливами и приливами, где есть свои специфичные течения. И уж совсем остается без ответа вопрос, а как наш далекий предок мог узнать о райских уголках на островах, которые просто нельзя увидеть за сотни километров ни в хорошую, ни в плохую погоду. Для тех же, кто очень хочет посадить нашего далекого предка на плавсредства, предлагаю попробовать при помощи современных технологий реконструировать рельеф и границы водной глади между Аравийским полуостровом и Африкой при понижении уровня Мирового океана до 120–150 метров. Уверяю, картина будет более интересной и фантастической, а заодно и поможет ответить на вопрос о месте Сокотры в истории становления человека. Не менее интересные результаты можно получить об обстановке в ледниковые периоды в других частях света. Вместе с тем мы не исключаем возможность освоения нашими предками плавсредств для преодоления водных преград на самых поздних этапах каменного века. Но будем иметь в виду, что расстояние (наподобие размера) в любом конкретном случае имеет значение.

Что же касается новых изысканий на острове, то все зависит от развития политической ситуации в Йемене. Мы посещали Сокотру как в 2011 году, в разгар «арабской весны», так и в 2014 году, когда ходили в Санае между вооруженными до зубов хуситами. Но тогда в Хадибо летали самолеты, и нас ничто не могло остановить. Сейчас их нет. Не хочется верить, что олдован Сокотры стал недостижимым надолго. А еще надо осуществить давно задуманную поездку на Абд-эль-Кури и другие острова архипелага. Наверняка род Номо оставил и там следы своего пребывания.

ВАЛЕРИЙ ЖУКОВ
Фото автора

«СЛОВО „ПОЧЕТ“ В ОТНОШЕНИИ ЛЮДЕЙ, ЗАНЯТЫХ НАУЧНОЙ РАБОТОЙ, ВЫГЛЯДИТ НЕСКОЛЬКО ОБЫВАТЕЛЬСКИ»

О том, сказались ли на ядерной физике финансовые вливания в военно-промышленный комплекс, стоит ли что-нибудь за термином «возобновляемая энергетика», есть ли связь между уровнем науки и количеством цитирования и преодолен ли кадровый кризис в науке, — в интервью ЮРИЯ ОГАНЕСЯНА, академика РАН, научного руководителя Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флёрва Объединенного института ядерных исследований, Дубна.



нилось за эти пятьдесят лет в восприятии науки? До сих пор ли ученые в почете?

— Ядерная физика как была непонятной «большинству людей», как вы изволили выразиться, так и осталась непонятной. Возможно, что у этого «большинства» прибавилось еще ощущения ее бесполезности, а после Чернобыля — даже вредности. Если это на самом деле так, то это плохой симптом для общества. Потому что это признак невежества. Неужели современному человеку трудно понять и принять, что достижения физики, в том числе и ядерной, за последние 100 лет являются одним из великих достижений человеческого разума, быть может, самого значимого за всю историю мировой цивилизации? Как эпоха Возрождения в XV–XVI веках. Хотя тогда ведь была инквизиция, но я бы не сказал, что она составляла большинство. Слово «почет» в отношении людей, занятых научной работой, выглядит несколько обывательски. У нас не бывает людей в почете и не в почете. Между научными работниками-физиками, например, нет более или менее ценных в зависимости от принадлежности к определенным странам, количеству публикаций и так далее. Мы все одинаково нужны. По крайней мере, в научной среде отношение такое. За всех других людей говорить не буду.

— Вообще, нужно ли ученым общественное признание? Важно ли обществу понимать, чем занята наука, или достаточно, что оно пользуется плодами научной деятельности?

— Начнем со второй части вопроса. Наука, как образование и как культура (литература, музыка, живопись), является показателем того, насколько цивилизованно и развито общество. Это «образованность» определяет приоритеты общества, в котором проходит наша жизнь. Если общество сначала ставит создание, а потом «потребление», то ему (обществу) безразлично, как обстоит дело с этими «творениями». Мы все понимаем, что общество потребления потребляет то, что ему предложат создатели. Возвращаясь к первой части вопроса, ученому, безусловно, нужно признание общества, особенно того, в котором он живет и работает. Вообще, трудно работать человеку любой профессии, когда до твоих трудов никому нет дела. Ведь люди науки — часть общества и глубоко уверены, что заняты общественно полезным делом. Просто результаты их труда не видны сразу, как у строителя, хирурга, авиаинженера, артиста... Его идеи, то, что он понял или создал, могут дать огромный эффект и найдут, быть может, широкое использование после его жизни, чему много примеров в истории. Но определенно это будет неожиданным, революционным, крупным, общественно масштабным. Электричество, ядерная энергетика, компьютеры, интернет, геномная инженерия... Да мало ли еще можно привести примеров!

— Финансирование фундаментальной науки — как оно сейчас выглядит?

Сказались ли гигантские вливания в военно-промышленный комплекс на «благополучии» ядерной физики? Можно ли сколько-нибудь говорить о конверсии достижений фундаментальной науки в практику, в том числе военную, как это было в советские годы?

— Людям науки всегда не хватает средств, чтобы реализовать все свои идеи. Мне кажется, что так было всегда, так и будет в будущем. И это очень хорошо; активность

— Недавно объявлено о наименованиях новых химических элементов, один из них называется «оганессон» — в вашу честь. Какие ощущения?

— Удивительно, но во всех интервью, наших и зарубежных, все задают этот вопрос первым. Давайте сделаем отступление и поставим его последним.

— Ядерная физика большинству людей кажется мало того что непонятной, так еще и какой-то бесполезной. Пятьдесят лет назад физики были звездами — вроде нынешних эстрадных. Что, по вашему мнению, изме-

Наука наша интернациональна, как таблица умножения.

Не может же быть двух толкований конкретных измерений

ученых должна радовать общество в целом и правительство в частности. Но финансирование науки осуществляется правительством, которое мотивирует общество, какую часть средств (не безграничных, разумеется) нужно затратить на решение текущих задач и какую часть вложить в науку, культуру, образование. В текущей жизни выглядит так, что эта вторая часть только потребляет, так как отдача ожидается в ближайшем или несколько отдаленном будущем. Эти пропорции каждое общество решает само для себя. И тут, конечно, проявляются контрастно как само общество, так и приоритеты, которым оно дает предпочтение. Что перепадает науке от вливаний в военно-промышленный комплекс — это большой вопрос. Во времена холодной войны много вкладывалось в военно-промышленный комплекс, для того чтобы эта война не стала «горячей». Много ставилось на науку (ядерную физику и химию), новую технику (космос) и новые технологии. И тем обстоятельством, что в нашей стране есть мощная энергетика, что мы способны конструировать ядерные реакторы, ускорители, летающие обсерватории и многое другое на современном уровне, в немалой степени мы обязаны той базе, которая была создана в эти годы. На этой базе идет также и развитие науки; наше молодое поколение учится и познает все сложности современной науки и техники. Можно было бы на многих примерах показать, как занятия фундаментальной наукой «раскручивает» новые технологии в совершенно неожиданных сферах: интернет, предсказания погоды, позитрон — электронная томография (диагностика жизненно-важных органов человека), радиотерапия, сверхтонкие мембраны...

— **Расскажите о современной термоядерной энергетике. Нет ли у вас ощущения, что в связи с бурным развитием технологий возобновляемой энергетике термоядерная постепенно смещается в область чисто теоретической проблемы?**

— Я не занимаюсь термоядерной энергией и энергетическими установками. Могу лишь сказать, что эта проблема всегда будет стоять как одна из первых задач современной науки, и решение ее станет также высочайшим достижением человеческого разума. А что касается «ощущений», возникающих время от времени и так же благополучно исчезающих, вместе с сопутствующей терминологией (типа «возобновляемая энергетика»), то это не столь важно. Иногда, прогнозируя будущее развитие общества, пишут о том, что является для человечества, для науки самым важным, распределяют эти ценности по позициям — на первом, на втором, на третьем месте... Под номером один всегда идет освоение термоядерной энергии. Это новый вид энергии, освоение этой энергии — чрезвычайно сложная задача, которая будет еще решаться не один год. Но когда она будет решена, это будет, действительно, апофеоз.

— **Конкуренция и сотрудничество с зарубежными учеными и научными школами — как сейчас это выглядит? Не сказались ли на кооперации ученых, в том числе в фундаментальной науке, внешнеполитическое положение?**

— Конкуренция и сотрудничество — движущая сила в науке — выглядят сейчас хорошо. Кризисное внешнеполитическое положение, конечно, не помогает, но, слава богу, не определяет наше сотрудничество. Приглашения наших ученых на различные международные конференции, отношение к ним зарубежных коллег и просто граждан других стран не сильно зависит от внешней политической обстановки. Количество поездок за рубеж определяется в первую очередь достижениями ученого: какими исследованиями он сейчас занимается, как у него дела, какие результаты. Поэтому в первую очередь всегда приглашают людей, в которых заинтересованы, а не тех, которые удобны по политическим соображениям. То есть сначала стоит вопрос о состоятельности человека как ученого. И здесь я могу сказать, что интерес к российским ученым несколько не уменьшился: ученых из России по-прежнему везде приглашают, они выезжают на конференции, работают за рубежом, проводят совместно с иностранными учеными эксперименты. Так что я не вижу здесь каких-либо серьезных ограничений. Иногда бывают, конечно, чисто технические курьезы — получил визу, не получил визу, например. Но это редкая сложность, которая преодолевается. А основные связи и интересы как были, так и остаются.

— **К сожалению, русских ученых цитируют мало. Это наша проблема, мы не можем соответствовать требованиям в научных публикациях? Или мы именно здесь мы можем говорить о некоем политическом настрое к российским ученым?**

— Говорить о цитировании нужно аккуратнее, зная, как происходит работа над проектами и публикациями. Вот, например. Много наших людей работает в крупных объединениях (коллорабациях), участвуют в экспериментах и проектах, где много авторов, в том числе и зарубежных. В этом случае при цитировании работы упоминается весь многочисленный коллектив авторов. Любой из авторов проработал много лет и внес со своими коллегами большой вклад в науку, выполнив это исследование. В другом

Ученому, безусловно, нужно признание общества, особенно того, в котором он живет и работает. Человеку любой профессии трудно работать, когда до его трудов никому нет дела

случае тоже способный человек, теоретик, работает продуктивно один и имеет много публикаций. Поэтому искать прямую связь между уровнем исследования, значимостью выполненной работы, с одной стороны, и количеством опубликованных статей, равно как их цитированием, я бы не стал. Конечно, всегда желательно, чтобы рейтинги цитируемости российских ученых были выше, но это не самое главное.

— **Можно ли говорить о неформальном союзе русскоговорящих ученых в вашей научной области?**

— Для общего дела не столь важно, на каком языке ты говоришь. Лишь бы толк был и дело двигалось. Наука наша интернациональна, как таблица умножения. Не может же быть двух толкований конкретных измерений. К нам на эксперимент в Дубну приезжает много физиков из других стран. Многие мои коллеги работают в зарубежных центрах. Я рад, когда у моих соотечественников успешно идут дела, они рады моим результатам — понятно. Я могу быть с ними более откровенным, говорить «у них», «у нас», мы можем обсуждать или осуждать наших чиновников, спорить о том, что надо менять... Тоже понятно, мы же россияне, не аморфные тела.

— **Ваш взгляд на российскую экспериментальную науку? И расскажите о достижениях вашего института, вашей лаборатории.**

— Экспериментальная наука развивается, учитывая непростое время. Но скорых результатов ждать не стоит. Тратятся очень многие годы, чтобы получить что-то стоящее. Наука вообще требует времени. Мне и моей группе в Дубне понадобилось 25 лет упорной работы, чтобы достигнуть ощутимых результатов. Что касается нашей лаборатории, планы расширяются. Успех подкрепляется тем, что строят новый комплекс, который позволит нам вести более широкие исследования.

— **Даете ли вы дорогу молодым?**

— Нет такого понятия или процесса — «давать или не давать дорогу молодым». Они сами себе ее выбирают и прокладывают. Для них важно не остановиться в начале пути. А для этого нужно постоянно видеть результат своих трудов, важно, чтобы они могли проявить свои способности. У нас в институте, да и не только у нас, молодые люди сами тянутся к делу, которое считают для себя стоящим и интересным. А как сделать эти маячки более притягательными? Не знаю. По-моему, никак. Молодой человек сам выберет и сам найдет дорогу. Главное — создать для него минимальные условия. Видимо, мы с этим более или менее справляемся. Сейчас, как и раньше, видна положительная динамика — больше и больше молодых идет в науку.

— **Молодежь и фундаментальная наука: преодолен ли тот кадровый кризис, который был десять и двадцать лет назад, и как вы можете оценить качество нынешних молодых исследователей?**

— Молодые как молодые. Как были тысячу лет тому назад, так и сейчас. Им кажется, что впереди бесконечная жизнь. Они впитывают, как губка, все, что видят, что говорят. У них свои ценности, свои таблицы о рангах! Счастливые люди! Ваши слова «кадровый кризис» они не очень понимают и не воспринимают его. Не знаю, какие чувства двигают ими, когда они чем-то увлекаются по-настоящему, на всю жизнь. Но те, которые идут в науку, хорошо знают, что богатыми они не будут, а добьются ли чего-то в своей жизни — зависит от многих факторов: куда попадешь, кто руководитель, нужен ли ты и твоя работа в этом коллективе и прочее. Тем не менее — идут... И способные, настойчивые — все как надо! Кстати, в последнее время приток молодых специалистов увеличился. Не знаю, с чем это связано и что двигает молодыми людьми.

— **Теперь вернемся к первому вопросу.**

— Согласно правилам Международного союза чистой и прикладной химии (IUPAC), предложения по названию элементов могут делать только авторы открытия. Традиционно для названий элементов использовались их характерные свойства. Для искусственных элементов тяжелее урана:

— название планет (нептуний, плутоний),

— место, где элемент был впервые синтезирован (берклий, калифорний, дубний, московий и пр.),

— имена известных ученых (в память об ушедших) или авторов открытия данного элемента (при жизни).

После синтеза нашей коллаборацией шести новых, самых тяжелых (сверхтяжелых) элементов последний из них, 118-й, мой дубненский и американские коллеги предложили назвать Oganesson (Og). Номенклатурная комиссия IUPAC приняла это название. Затем, после пятимесячного обсуждения мировой научной общественностью, 29 ноября 2016 года, элемент получил официальное наименование. Я признателен своим товарищам по работе за высокую оценку моей научной деятельности.

Интервью подготовила АНАСТАСИЯ ПАВЕЛКО

Кризисное внешнеполитическое положение, конечно, не помогает, но, по счастью, и не определяет сотрудничество. Приглашения ученых нашей научной области на различные международные конференции, отношение к ним граждан и правительств других стран не зависят от внешнеполитической обстановки

A photograph of Academician Yuriy Oganesyan, an elderly man with white hair and glasses, wearing a light blue shirt and a patterned tie. He is standing in a complex industrial or scientific facility, surrounded by large machinery, pipes, and cables. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows. A yellow robotic arm is visible on the right side of the frame. The overall atmosphere is one of a high-tech, research-oriented environment.

АКАДЕМИК ЮРИЙ ОГАНЕСЯН

«Тем, что в нашей стране мощная энергетика, что мы способны конструировать ядерные реакторы, ускорители, летающие обсерватории и многое другое на современном уровне, в немалой степени мы обязаны той базе, которая была создана в годы холодной войны. На этой базе идет и развитие науки»

стр.46